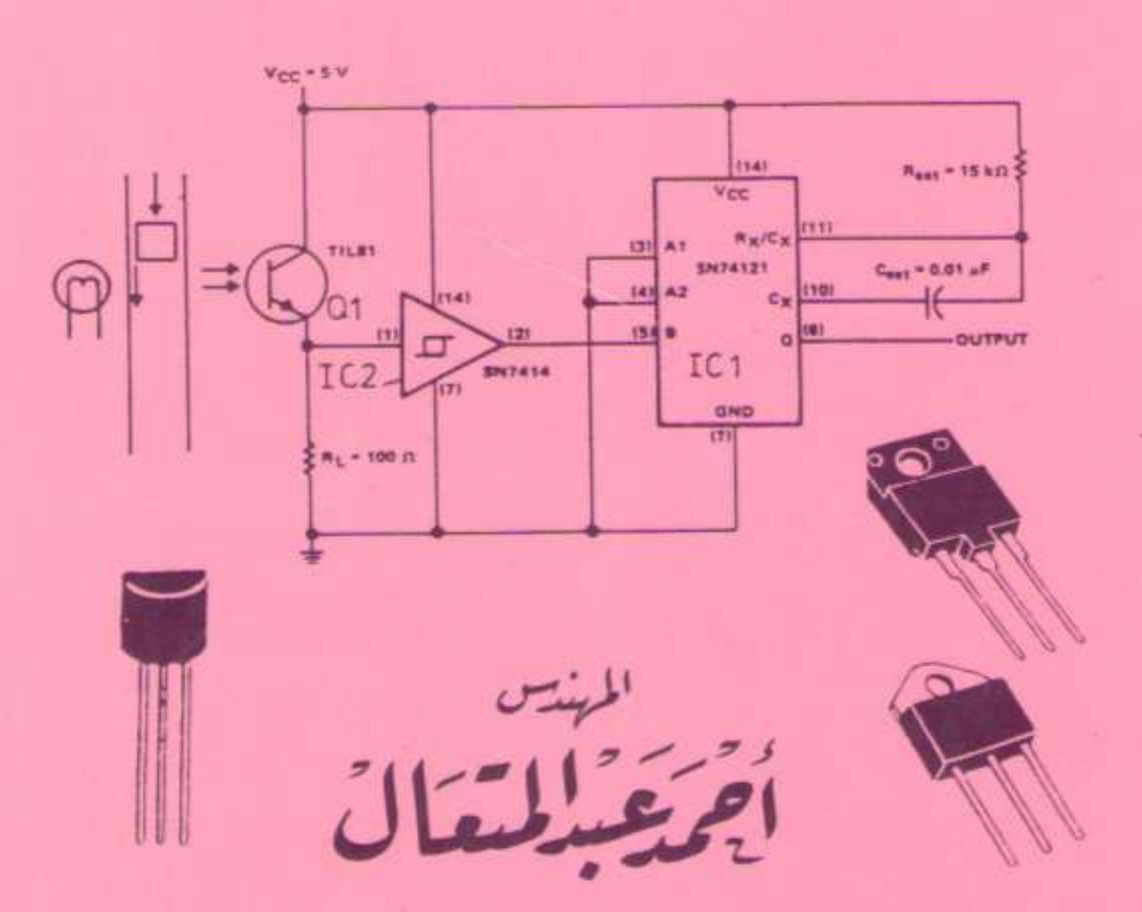
موسوعة الالكترونيات الصناعية العملية (٢)

الالكترونيات الرقمية
وتطبيقاتها العملية



المهندس
أحمد عبد المتعال



الالكترونيات الرقمية وتطبيقاتها العملية

بسم الله الرحمن الرحيم

موسوعة الالكترونيات الصناعية العملية (٢)

الالكترونيات الرقمية وتطبيقاتها العملية

المهنــــدس

أحمد عبد المتعال

الكتاب: الالكترونيات الرقمية وتطبيقاتها العملية

(موسوعة الالكترونيات الصناعية العملية - ٢)

المؤلف: م. أحمد عبد المتعال

تصميم الغلاف: م. حسن سعيد

رقم الطبعة: الأولى

تاريخ الإصدار: ذو القعدة ١٤٢١ هـ - يناير ٢٠٠١م

الناشر: دار النشر للجامعات

رقم الإيداع: ١٠٩٣٩ / ٩٧

الترقيم الدولي: IS B N: 977- 5526 - 74 - 4

الكود: ٢ / ٣٢

دار النشر للجامعات - مصر

ص . ب ١٣٠ محمد فريد ١١٥١٨ القاهرة، تليفاكس: ٢٦١٣١٦٠

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ ﴿١٥﴾ ﴾ [الأحقاف : ١٥].

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر **للدكتور خالد السيد صالح** – الأستاذ المساعد بقسم القوى والآلات الكهربية بكلية الهندسة جامعة عين شمس – لعنايته لنا بالدوائر، والنصائح المستمرة.

كما أتقدم بخالص الشكر **للمهندس عيد محمد الخولى** – المهندس بهيئة الطاقة الذرية – مركز البحوث النووية، الذى لم يقصر معنا فى إعداد هذا الكتاب.

وأخيراً أتقدم بالشكر الجزيل لكل من ساهم معنا فى إعداد هذا الكتاب.. وجزاهم الله خير الجزاء...

المؤلف



الباب الأول

أساسيات الالكترونيات الرقمية

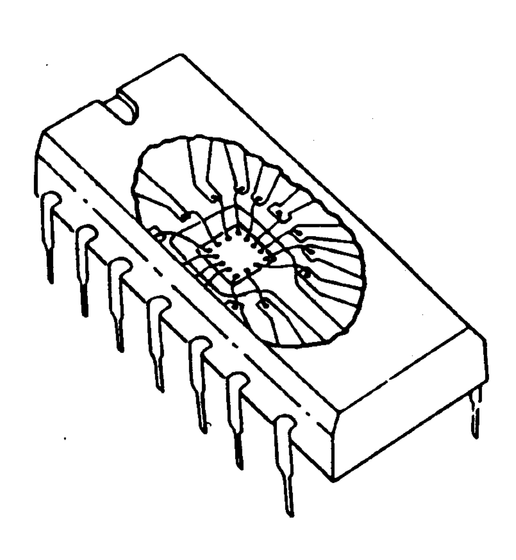
أساسيات الالكترونيات الرقمية

١ /١ - مقدمة :

يمكن تقسيم الدوائر الالكترونية المتكاملة إلى نوعين أساسيين ، وهما : الدوائر المتكاملة التناظرية (الخطية) Analogue ICs ، والدوائر المتكاملة الرقمية Digital Integrated circiuts وتبنى الدوائر المتكاملة بصفة عامة باستخدام مجموعة من العناصر الالكترونية مثل : المقاومات ، والمكثفات ، والثنائيات ، والترانزستورات وتوصل هذه العناصر مع بعضها على رقيقة سليكونية صغيرة جداً ، وتحاط هذه الرقيقة بغلاف لدن له أرجل للتوصيل ، وتوجد أشكال مختلفة للدوائر المتكاملة ، وأكثرها انتشاراً الدوائر المتكاملة DIL وهى اختصار لـ Dual in Line ، وهى دوائر متكاملة بصفين من الأرجل ، على جانبيها المسافة بين كل رجل والأخرى 0.1 بوصة

والشكل (١ - ١) يبين مجسماً لهذا النوع من الدوائر المتكاملة . وعادة فإن الدوائر المتكاملة DIL تتواجد باعداد مختلفة من الأرجل مثل : ,28 ,16 ,14 ,8) (40 ، وتختلف الدوائر المتكاملة التناظرية والدوائر المتكاملة الرقمية فى طبيعة الجهود التى تتعامل معها .

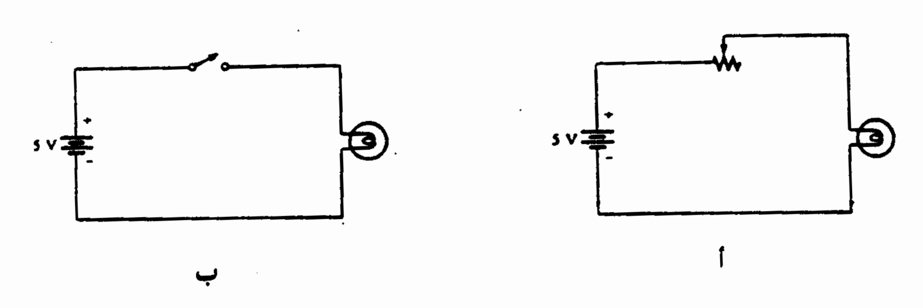
فبالنسبة لجهود الدخل والخرج للدوائر التناظرية تكون جهوداً تناظرية فى حين أن جهود الدخل والخارج للدوائر الرقمية تكون على هيئة إشارات رقمية، والمثال التالى سيوضح الفرق بين الجهد التناظرى ، وإشارة الجهد الرقمية. ففى الشكل (١ - ٢) دائرتان للتحكم فى مصباح كهربى. ففى الشكل (أ)



الشكل (١ - ١)

يتم التحكم فى شدة إضاءة المصباح بتغيير قيمة مقاومة متغيرة موصلة بالتوالى مع المصباح ، وفى الشكل (ب) يتم إضاءة أو إطفاء المصباح بواسطة مفتاح يدوى موصل على التوالى مع المفتاح .

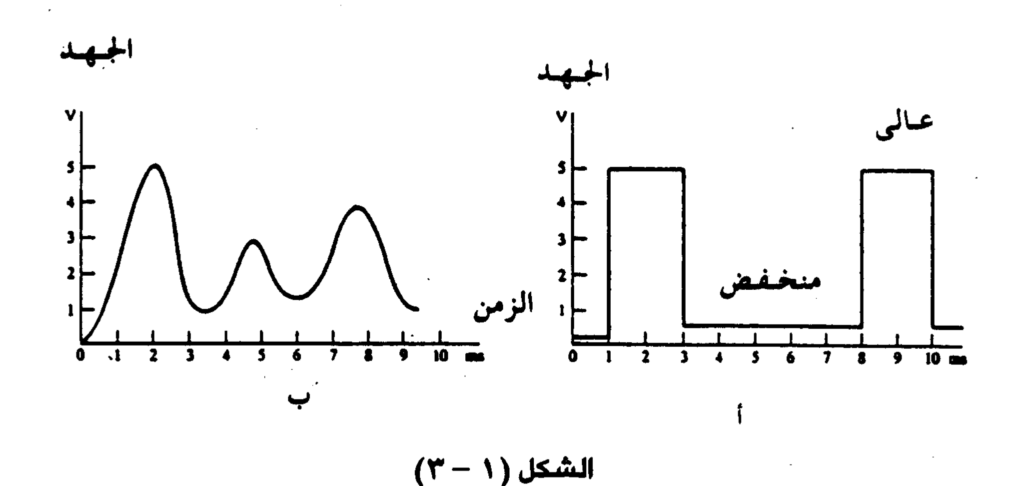
ويقال إن جهد المصباح فى الدائرة أ جهد تناظرى ؛ لأن قيمته تتغير بتغير قيمة المقاومة المتغيرة ، وأقصى قيمة لهذا الجهد التناظرى هو جهد البطارية ، بينما يقال : إن مصباح الدائرة (ب) يتعرض لإشارة جهد رقمية حيث إن لها حالتين فقط ، وهما : **الأولى** وقيمتها تساوى جهد البطارية عند غلق المفتاح ، وتعمل على إضاءة المصباح ويقال على هذه الحالة الحالة العالية (H) أو الحالة المنطقية 1، أما **الحالة الثانية** : فإن قيمتها تساوى صفراً ، وتعمل على إطفاء المصباح ، ويقال على هذه الحالة المنخفض (L) أو الحالة المنطقية 0 .



الشكل (١ - ٢)

والشكل (١ - ٣) يبين الفرق بين إشارة الجهد الرقمية ، وإشارة الجهد التناظرية ، ففى الشكل (أ) إشارة جهد رقمية لها قيمتان وهما : إما 5V + ويقال عليهاعال (High) أو (1) والقيمة الثانية القريبة من الصفر ويقال عليها منخفض (Low) أو (0) .

أما الشكل (ب) فيعرض إشارة جهد تناظرية ولها قيمة مختلفة من لحظة لأخرى ، وهى تتغير ما بين (0: +5V) .



الشكل (١ – ٣)

١ / ٢ – الدوائر المتكاملة الرقمية :

تنقسم الدوائر المتكاملة الرقمية إلى مجموعة من العائلات تبعاً لنوع العناصر المستخدمة فى بنائها ، وفيما يلى بعض هذه العائلات :

أ– عائلة RTL .

ب– عائلة DTL .

جـ– عائلة TTL .

د– عائلة ECL .

هـ– عائلة CMOS .

وأكثر هذه العائلات استخداماً فى الوقت الراهن عائلة TTL ثم عائلة CMOS .

١ / ٢ / ١ – الدوائر المتكاملة الرقمية عائلة TTL :

ويستخدم فى بنائها ترانزستورات ثنائية القطبية BJT ، ولكنها تحتوى على أكثر من باعث، وتنقسم هذه العائلة إلى عدة سلاسل ، أكثرها انتشاراً السلسلة 54 ، وتستخدم فى الاستخدامات العسكرية، والسلسلة 74 وتستخدم فى الاستخدامات العامة ويندرج تحت هاتين السلسلتين سلاسل أخرى فرعية مثل :

١ – السلسلة القياسية .. SN 74 / .. SN 54

٢ – سلسلة استهلاك القدرة المنخفضة .. SN 54 L .. / SN 74 L

٣ – سلسلة السرعة العالية .. SN 54 H .. / SN 74 H

٤ – سلسلة شوتكى .. SN 54 S .. / SN 74 S

٥ – سلسلة استهلاك القدرة المنخفضة ، والتى تحتوى على وصلة شوتكى عند المداخل SN 54 LS .. / SN 74 LS .. .

والشكل (١ – ٤) يعرض الدائرة الداخلية لبوابة NAND بثلاثة مداخل تندرج تحت عائلة TTL، فعندما تكون المداخل A,B,C عند الحالة 0 أى لها جهود تقترب من 0 V ، حينئذ فإن الترانزستور T_1 سيصبح منحازاً أمامياً ، ويصبح هذا الترانزستور فى حالة تشبع، وبالتالى فإن جهد المجمع سيصبح مساوياً لجهد المداخل A,B,C

الشكل (١ – ٤)

أى : قريب من الصفر ، وحيث إن مجمع T_1 متصل بقاعدة T_2 لذا يصبح T_2 فى حالة قطع OFF ، وينتقل الجهد Vcc + الذى يساوى 5 V + إلى المخرج output ، وتصبح حالة المخرج عالية أى(1) وجهده يقترب من 5 v + ، وعندما تكون المداخل A, B, C عند الحالة المنطقية 1 أى عند جهد يقترب من 5 v + حينئذ يصبح T_1 فى حالة قطع ، وبالتالى يصبح جهد مجمعة مرتفعاً فيتحول الترانزستور T_1 إلى حالة التشبع ، ويصبح جهد المخرج output يقترب من 0v .

وهناك بعض التعبيرات الشائعة للجهود والتيارات للدوائر المتكاملة الرقمية أهمها :

١ – تيار الدخل العالى (I_{IH}) ، وهو تيار الدخل عندما تكون حالة إشارة الدخل عالية (1) .

٢ – تيار الخرج العالى (I_{OH}) ، وهو تيار الخرج عندما تكون حالة إشارة الخرج عالية (1).

٣ – تيار الدخل المنخفض (I_{IL}) ، وهو تيار الدخل عندما تكون حالة إشارة الدخل منخفضة (0).

٤ – تيار الخرج المنخفض (I_{OL}) ، وهو تيار الخرج عندما تكون حالة إشارة الخرج منخفضة (0).

٥ – جهد المصدر (V_{CC}) ، وهو جهد منبع التيار المستمر ، والتى تعمل عنده الدائرة المتكاملة.

٦ – جهد إشارة الدخل العالية (V_{IH}) ، وهو قيمة جهد إشارة الدخل الذى تتعامل معه الدائرة المتكاملة على أنه إشارة منطقية عالية .

٧ – جهد إشارة الخرج العالية (V_{OH}) ، وهو قيمة جهد إشارة الخرج للدائرة المتكاملة عند الحالة المنطقية العالية (1).

٨ – جهد إشارة الدخل المنخفضة (V_{IL}) ، وهو قيمة جهد إشارة الدخل التى تتعامل معه الدائرة المتكاملة كحالة منطقية منخفضة (0) .

٩ – جهد إشارة الخرج المنخفضة (V_{OL}) ، وهو أعلى قيمة لجهد المخرج عند الحالة المنخفضة (0).

١٠ – تأخير الانتشار propagation delay time (t_p) ، وهو الزمن المار من لحظة حدوث تغير فى المداخل للحظة حدوث تغير فى حالة المخارج ووحدته نانوثانية .

١١ – القدرة المستهلكة فى البوابة p_d ، وتحسب بالملى وات (mw) .

والجدول (١ – ١) يبين مقارنة بين السلاسل المختلفة لعائلة TTL

الجدول (١ - ١)

وجه المقارنة		74..	74 H ..	74 L ..	74 L S ..	74 S ..
Vcc min	(v)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Vcc max	(v)	5.5	5.0	5.5	5.5	5.5
V_{IL}	(v)	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
V_{IH}	(v)	2	2	2	2	2
V_{OL}	(v)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
V_{OH}	(v)	2.4	2.4	2.4	2.7	2.7
I_{IL}	(mA)	- 1.6	- 2	- 0.18	- 0.36	- 2
I_{IH}	(mA)	40	50	10	20	50
I_{OL}	(mA)	16	20	3.6	8	20
I_{OH}	(mA)	- 0.4	- 0.5	- 0.2	- 0.4	- 1
t_p	(nS)	10	6	33	10	3
p_d	(mw)	10	22	1	2	19

علماً بأن الإشارة السالبة للتيار تعنى دخول التيار إلى الدائرة المتكاملة والإشارة الموجبة تعنى خروج التيار من الدائرة المتكاملة .

٢/٢/١ - المخارج المختلفة للبوابات المنطقية عائلة TTL :

توجد ثلاث صور مختلفة لخرج البوابات المنطقية للدوائر المتكاملة TTL ، بغض النظر عن نوع السلسلة الفرعية وهى كما يلى :

١ - خرج مجمع مفتوح open - collector output .

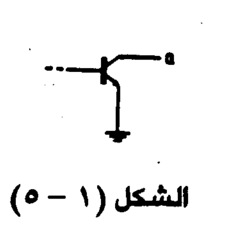
٢ - خرج ذو القطب الرمزى Totem - pole output .

٣ - خرج بثلاث حالات Three - state output .

أولاً : خرج المجمع المفتوح :

الشكل (١ - ٥) يبين شكل خرج المجمع المفتوح ، ويتميز هذا النوع من المخارج بالسمات التالية :

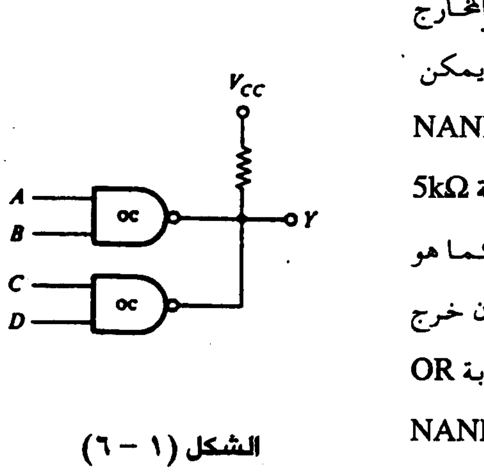
١ - إذا لم يوصل هذا المخرج بجهد المصدر vcc من خلال مقاومة R_L فإن قيمة الخرج ستساوى ov بغض النظر عن حالة مداخل الدائرة المتكاملة .



الشكل (١ - ٥)

٢ - يمكن توصيل هذا المخرج بجهد آخر غير جهد المصدر المستخدم فى تغذية الدائرة المتكاملة على سبيل المثال يمكن توصيل هذا المخرج بجهد يساوى 12v + وبذلك يمكن تغيير مستوى الجهد المنطقى للدائرة المتكاملة من 5v لأى جهد آخر تبعاً لقيمة الجهد المتصل بالمجمع المفتوح .

٣ - يمكن توصيل مجموعة من المخارج المفتوحة على التوازى معاً فمثلا يمكن توصيل مخارج بوابتين NAND بالتوازى معاً مع استخدام مقاومة 5kΩ توصل مع جهد المصدر Vcc كما هو مبين بالشكل (١ - ٦) ويكون خرج البوابتين مكافئاً لخرج بوابة OR بمدخلين هما خرج بوابتى NAND ذات المجمع المفتوح .



الشكل (١ - ٦)

وتخلتف قيمة مقاومة الجذبPull up Resistance والتى توصل مع المجمع المفتوح مع جهد المصدر Vcc باختلاف عدد المخارج ذات المجمع المفتوح الموصلة على التوازى n ، وكذلك عدد المداخل التى توصل بالمجمع المفتوح على التوزاى N .

والجدول (١ - ٢) يبين مقاومة الجذب العظمى والصغرى لأعداد مختلفة من المخارج ذات المجمع المفتوح المتوازية n ، وأعداد مختلفة من مداخل البوابات الأخرى الموصلة بالتوازى مع مخرج البوابة ذات المجمع المفتوح N .

الجدول (١ – ٢)

Rmax (Ω) at n =								Rmin (Ω) at n = 1...7
N	1	2	3	4	5	6	7	
1	8965	4814	3291	2500	2015	1688	1452	319
2	7878	4482	3132	2407	1954	1645	1420	359
3	7027	4193	2988	2321	1897	1604	1390	410
4	6341	3939	2857	2241	1843	1566	1361	479
5	5777	3714	2736	2166	1793	1529	1333	575
6	5306	3513	2626	2096	1744	1494	1306	718
7	4905	3333	2524	2031	1699	1460	1280	958
8	4561	3170	2419	1969	1656			1437
9	4262	3023						2875
10	4000	غير مسموح به						4000

مثال :

الشكل (١ – ٧) يبين طريقة توصيل مجموعة من المخارج ذات المجمعات المفتوحة معاً بالتوازى .

حيث إن :

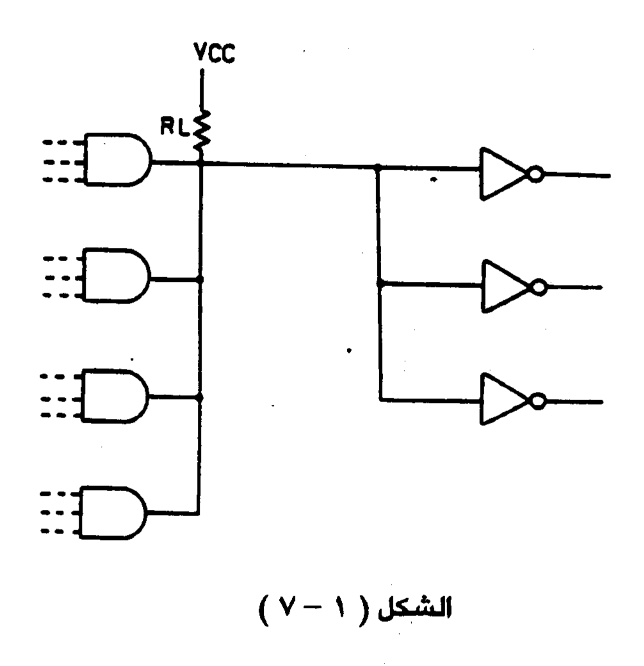
عدد مخارج المجمعات المفتوحة الموصلة على التوازى تساوى : $n = 4$ وعدد المداخل الموصلة على التوازى تساوى : $N = 3$ ومن الجدول (١ – ٢) فإن

$$R_L max = 2321\ \Omega$$

$$R_L min = 410\ \Omega$$

أى أن :

$$410\ \Omega \leq R_L \leq 2321\ \Omega$$



الشكل (١ – ٧)

ويمكن اختيارها فى هذه الحالة $2\ k\ \Omega$:

وأهم البوابات التى لها مجمـع مفتـوح oc هى :

١ – دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND بمدخلين طراز 7403 , 7401

٢ – دائرة متكاملة تحتوى على ثلاث بوابات NAND بثلاثة مداخل طراز 7412 .

٣ – دائرة متكاملة تحتوى على بوابتى NAND باربعة مداخل طراز 7422 .

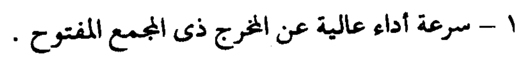
٤ – دائرة متكاملة باربع بوابات NOR بمدخلين طراز 7433 .

٥ – دائرة متكاملة بستة عواكس طراز 7405 .

٦ – دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND بمدخلين طراز 7409 .

ثانياً : المخرج ذو القطب الرمزى Totem Pole output :

الشكل (١ – ٨) يبـين شكل خـرج المجـمع ذى القطب الرمـزى علـماً بأن هـذا النـوع من المخارج هو الأكثر انتشاراً ، وفيمـا يلى الخواص الفنية لهذا المخرج :

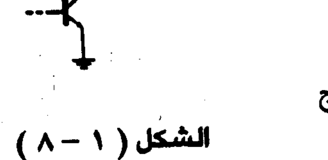


١ – سرعة أداء عالية عن المخرج ذى المجمع المفتوح .

٢ – لهذا المخرج حالتان فقط (عالية – منخفضة) .

٣ – لا يحتاج لتوصيل خارجى لجهد المصدر ، كما هو الحال فى المخرج ذى المجمع المفتوح .

٤ – لا يمكن تغيير مستوى الجهد المنطقى لهذا المخرج عن (0 , 5v) .



الشكل (١ – ٨)

٥ – لا يمكن توصيل عدة مخارج لعدة بوابات مباشرة كما هو الحال فى المخرج ذى المجمع المفتوح.

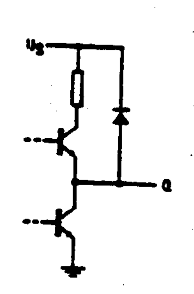
ثالثاً : المخرج ذو الحالات الثلاثة Tristate output :

الشكل (١ – ٩) يوضح شكل خرج ذى الحالات الثلاث وفيما يلى مواصفات هذا المخرج:

١ – لا يحتاج لتوصيل خارجى لجهد المصدر كما هو الحال فى المخرج ذى المجمع المفتوح.

٢ – لهذا المخرج ثلاث حالات ، هى عالٍ (+5v)، ومنخفض (0v) ومقاومة عالية جداً (Z).

٣ - يمكن توصيل أكثر من مخرج بالتوازى ، كما هو الحال فى المخرج ذى المجمع المفتوح، بشرط أن تكون كل المخارج فى الحالة الثالثة (لها مقاومة كبيرة جداً) عدا مخرج واحد تكون حالته منخفضة أو عالية .



الشكل (١ - ٩)

٣/٢/١ - الدوائر المتكاملة الرقمية عائلة CMOS :

تستخدم ترانزستورات MOSFET بقناة N وبقناة P فى بناء الدوائر المتكاملة CMOS ، وتمتاز هذه الدوائر بمدى كبير لجهد الدخل ، وباستهلاكها الصغير جداً للطاقة ، والمدى الحرارى الكبير .

وتوجد عدة سلاسل أساسية تندرج تحت عائلة CMOS مثل :

سلسلة .. CD 400 ، سلسلة .. CD 45 ، سلسلة .. 54 C ، سلسلة .. 74 C .

والجدير بالذكر أن سلسلة .. 74C تتشابه مع سلسلة .. 74 لعائلة TTL فى ترتيب الأرجل وفى وظائف جميع الدوائر المتكاملة لهذه السلسلة .

والجدول (١ - ٣) يعقد مقارنة بين الخواص الفنية للسلاسل الأساسية لعائلة CMOS .

الجدول (١ - ٣)

وجه المقارنة	54 c.. / 74 c..	CD 40.. / CD 45 ..
V_{DD} (v)	5 / 10	5 / 10
V_{OL} max (v)	0.5 / 1.0	0.05 / 0.05
V_{OH} min (v)	4.5 / 9.0	4.95 / 9.95
I_{OL} (mA)	0.36 / 0.01	0.3 / 0.9
I_{OH} (mA)	- 0.01 / - 0.01	- 0.36 / -0.9
P_{diss} (µw)	10 / 30	10 / 30

حيث إن :

جهد المصدر V_{DD} .

القدرة المستهلكة	. P_{diss}
جهد الخرج المنخفض الاقصى	. V_{OL} max
جهد الخرج المرتفع الادنى	. V_{OH} min
تيار الخرج المنخفض	. I_{OL}
تيار الخرج المرتفع	. I_{OH}

ويلاحظ وجود قيمتين لكل حالة باعتبار أن جهد المصدر V_{DD} يساوى 5v + مرة ويساوى 10V + مرة ، فمثلاً : جهد الخرج المنخفض الأقصى V_{OL} max يساوى 0.5v عندما يكون جهد المصدر 5v ويساوى 1.0v عندما يكون جهد المصدر 10v وذلك لسلسلة ..74 c / ..54 c في حين يساوى 0.05v عندما يكون جهد المصدر 5v أو 10v وذلك لسلسلة .. CD40 وأيضاً سلسلة .. CD 45 .

ويعاب على داوئر CMOS المتكاملة بصفة عامة ما يلى :

١ – السرعة المنخفضة .

٢ – ضعف تيار المخرج .

٣ – ارتفاع سعرها .

٤ – تحتاج لمعاملة خاصة أثناء تداولها واستخدامها ، وفيما يلى أهم الإرشادات التى تؤخد فى الاعتبار عند التعامل مع دوائر CMOS المتكاملة .

– يجب تناول دوائر CMOS بحرص لمنع تراكم الشحنات الاستاتيكية عليها ، لذلك يجب إبقاء الدائرة المتكاملة فى غلافها العازل التى تباع به إلى أن يتم وضعها فى الدائرة .

– يجب توصيل كل المداخل غير المستعملة بأحد طرفى المصدر الموجب ، أو السالب تبعاً للدائرة .

– التأكد من أن الدائرة موصلة بالطريقة الصحيحة خصوصاً التأكد من توصيل الجهد الموجب للمصدر مع V_{DD} والجهد السالب للمصدر مع V_{SS} ، وذلك لمنع انهيار الدائرة المتكاملة ونتيجة لهذه العيوب فإن دوائر CMOS لا يمكن استخدامها فى جميع التطبيقات .

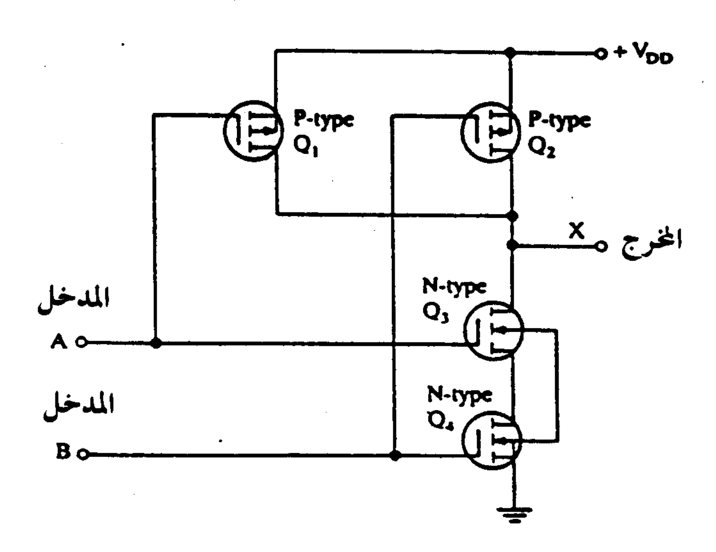
والشكل (١ – ١٠) يبين التركيب الداخلى لبوابة NAND تندرج تحت عائلة CMOS ويلاحظ أن Q_2 , Q_1 موصلان بالتوازى فى حين أن Q_4 , Q_3 موصلان بالتوالى .

والجدول (١ – ٤) يبين نظرية عمل هذه الدائرة .

حيث إن :

قطع OFF .

وصل ON.

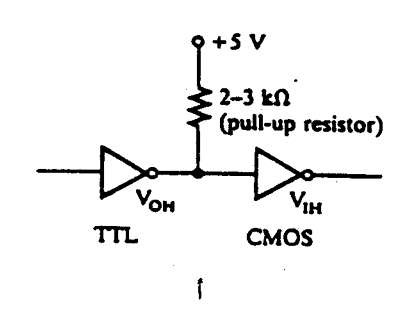


الشكل (١ – ١٠)

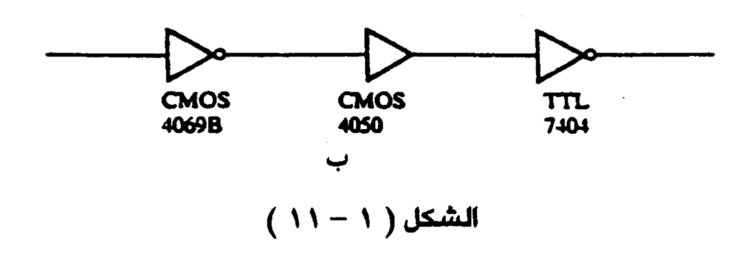
الجدول (١-٤)

المدخل A	المدخل B	المخرج Output	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
0	0	1	ON	ON	OFF	OFF
0	1	1	ON	OFF	OFF	ON
1	0	1	OFF	ON	ON	OFF
1	1	0	OFF	OFF	ON	ON

والجدير بالذكر أنه يمكن عمل توافق بين عائلة TTL وعائلة CMOS ، فيمكن نقل إشارة من بوابة TTL إلى بوابة CMOS ، باستخدام خرج مفتوح OC كما بالشكل (١ - ١١أ) ، ويمكن نقل إشارة من بوابة CMOS إلى بوابة TTL باستخدام بوابة عزل buffer gate طراز CD 4050 حيث إن الحالة المنطقية لدخلها يكافئ الحالة المنطقية لخرجها ، وذلك كما بالشكل (١ - ١١ب) .



أ



ب

الشكل (١ - ١١)

٣/١ - البوابات المنطقية Logic gates :

البوابات المنطقية هي : دوائر لها مجموعة مداخل (مدخل - مدخلان - ثلاثة مداخل - ... إلخ) ، ومخرج واحد ، بحيث إن حالة مخرجها في أي لحظة يعتمد على حالة مداخلها في هذه اللحظة .

ولفهم عمل البوابات المنطقية يستعان بجدول الحقيقة ، والذي يحتوي على جميع حالات المداخل المحتملة ، وحالة المخرج المقابل لكل احتمال ، علماً بأن الحالة المنخفضة للإشارات تعني أن جهد الإشارة 0.2 v ، وأن الحالة المرتفعة للإشارات تعني أن جهد الإشارة 3.0v ، هذا بالنسبة لعائلة TTL ، ويعتبر هذا على وجه التقريب .

وسنتناول فى الفقرات القادمة البوابات المنطقية الأساسية والمشتقة :

١/٣/١ - بوابة AND :

الشكل (١ - ١٢) يبين رمز بوابة AND بمدخلين A , B لها مخرج واحد X ، وجدول الحقيقة Truth table لهذه البوابة ، والمخطط الزمنى لهذه البوابة . ويتضح من جدول الحقيقة أن خرج البوابة يكون عالياً أى حالته المنطقية (1) عندما تكون حالة مدخلى البوابة (1) ويمكن التعبير عن عملية AND لمدخلين بالمعادلة التالية .

$$A.B = X \rightarrow 1.1$$

وتنطق B (AND) A يساوى X .

A
B
X

الرمز المنطقى

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

جدول الحقيقة

B 0 1 0 0 1 0 0

A 0 0 1 0 1 0 0

X 0 0 0 0 1 0 0

المخطط الزمنى

الشكل (١ - ١٢)

٢/٣/١ - بوابة OR :

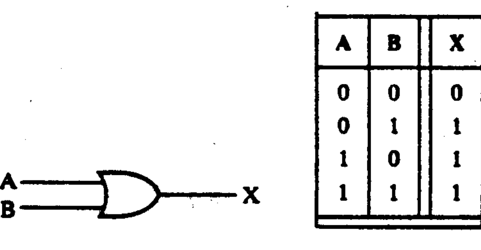
الشكل (١ - ١٣) يبين الرمز المنطقى لبوابة OR بمدخلين A,B ولها مخرج واحد X وجدول الحقيقة والمخطط الزمنى لهذه البوابة ويلاحظ من جدول الحقيقة أن خرج البوابة يكون عالياً أى حالته المنطقية (1) عندما تكون حالة أحد مدخلى البوابة (1) .

ويكون خرج البوابة منخفضاً (0) عندما تكون حالة جميع مداخل البوابة (0).

ويمكن التعبير عن عملية OR لمدخلين بالمعادلة التالية :

$$A + B = X \rightarrow 1.2$$

وتنطق A (OR) b يساوى X



A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

جدول الحقيقة **الرمز المنطقى**

B 0 1 0 0 1 0 0

A 0 0 1 0 1 0 0

X 0 1 1 0 1 0 0

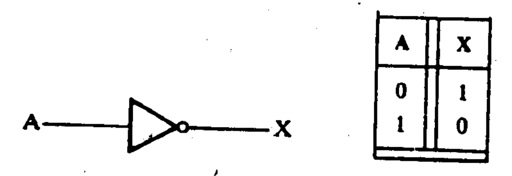
المخطط الزمنى

الشكل (١ – ١٣)

٣/٣/١ - العـــــاكس Inverter والعازل Buffer :

الشكـل (١ – ١٤) يبـين الرمـز المنطقى وجدول الحقيقة والمخطط الزمنى للعـاكس والذى يسـمى أحـياناً بوابة NOT ويلاحظ من جدول الحقيـقة أن خـرج البوابة هو معكوس دخلها ، فإذا كان حالة مدخل العاكس (0) فإن حالة مخرج العاكس سيساوى (1) وإذا كـان حـالة مـدخل العـاكس (1) فـإن حـالة مخرج العاكس سيساوى (0)، ويمكن التـعبيـر عن عـملية NOT بالمعـادلة التالية، وتنطق X تساوى معكوس A .

$$X = \bar{A} \rightarrow 1.3$$



A	X
0	1
1	0

جدول الحقيقة **الرمز المنطقى**

A 0 1 0 0

X 1 0 1 1

المخطط الزمنى

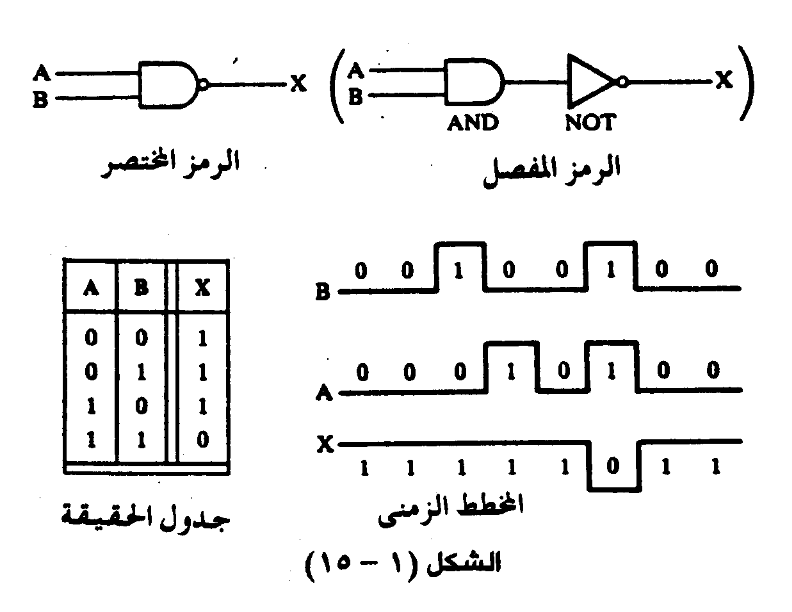
الشكل (١ – ١٤)

أما العازل والذى يسمى أحيانا بوابة YES فتتشابه حالة مدخله ومخرجه ، وهو يستخدم لرفع مستوى التيار المتاح لتـشـغـيل (ترانزسـتـور – ترياك – ثايرسـتـور) ويمكن بناء عـازل من عاكسين بتوصيلهما على التوالى وفيما يلى رمز العازل :



٤/٣/١ – بوابة NAND :

تبنى بوابة NAND من بوابتين – وهما : بوابة AND ، وبوابة NOT متصلتين تتابعياً . والشكل (١ – ١٥) يبين رمز بوابة NAND بمدخلين (مختصر ، ومفصل) وكذلك جدول الحقيقة والمخطط الزمنى لهذه البوابة . ويلاحظ من جدول الحقيقة أن خرج البوابة يكون منخفضاً (0) فقط إذا كانت حالة مدخليها عالية (1) .



A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

الشكل (١ – ١٥)

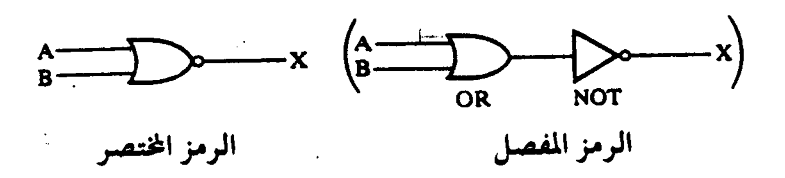
ويمكن التعبير عن عملية NAND بالمعادلة التالية :

$$X = \overline{A.B} \rightarrow 1.4$$

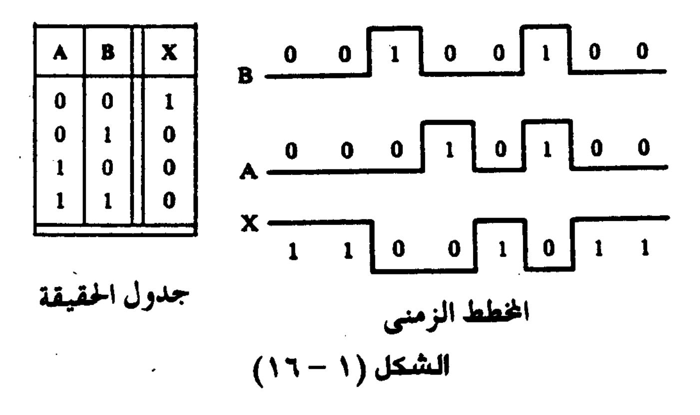
وتنطق X تساوى معكوس A (AND) B.

١/٣/٥ - بوابة NOR :

وتبنى بوابة NOR من بوابتين وهما بوابة OR وبوابة NOT متصلتان تتابعياً .



الرمز المختصر   الرمز المفصل



A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

جدول الحقيقة   المخطط الزمنى

الشكل (١ - ١٦)

والشكل (١ - ١٦) يبين رمز بوابة NOR بمدخلين (مختصر ومفصل) ، وكذلك جدول الحقيقة والمخطط الزمنى لهذه البوابة .

ويلاحظ من جدول الحقيقة ان خرج هذه البوابة يكون عالياً (1) عندما تكون حالة مدخلى البوابة منخفضاً (0) . ويمكن التعبير عن عملية NOR بالمعادلة التالية :

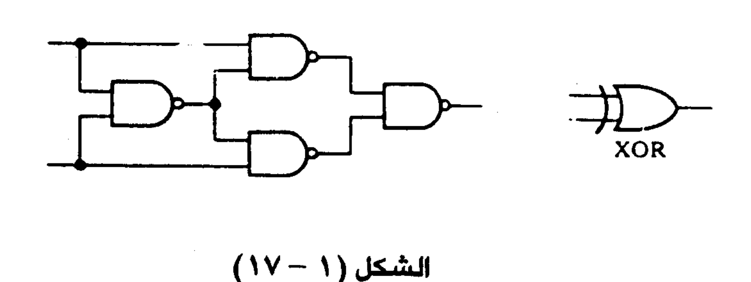
$$X = \overline{A + B} \rightarrow 1.5$$

وتنطق X تساوى معكوس B (OR) A

١/٣/ ٦ - بوابة XOR :

يمكن بناء بوابة XOR ذات المدخلين من 4 بوابات NAND.

والشكل (١ - ١٧) يبين الرمز المختصر لبوابة XOR والدائرة المكافئة باستخدام 4 بوابات NAND .



الشكل (١ – ١٧)

والشكل (١ – ١٨) يبين رمز بوابة XOR بمدخلين A , B وبمخرج واحد X، وكذلك جدول الحقيقة ، والمخطط الزمني لهذه البوابة .

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

جدول الحقيقة

A
B
X

الرمز المنطقي

B 0 0 1 0 0 0 1 0
A 0 0 0 0 1 0 1 0
X 0 0 1 0 1 0 0 0

المخطط الزمني

الشكل (١ – ١٨)

ويلاحظ من جدول الحقيقة أن خرج هذه البوابة يكون عالياً (1) عندما تكون حالة أحد مدخليها عالياً (1) .

ويمكن التعبير عن عملية XOR بإحدى المعادلتين التاليتين :

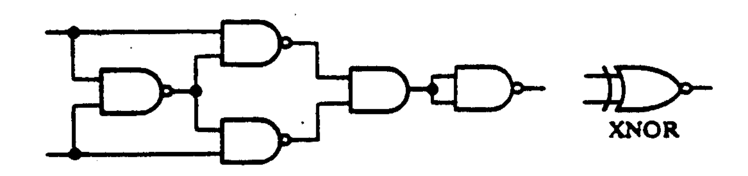
$$X = A \oplus B \rightarrow 1.6$$

$$X = A \cdot \overline{B} + \overline{A}\,B \rightarrow 1.7$$

١/٣/ ٧– XNOR :

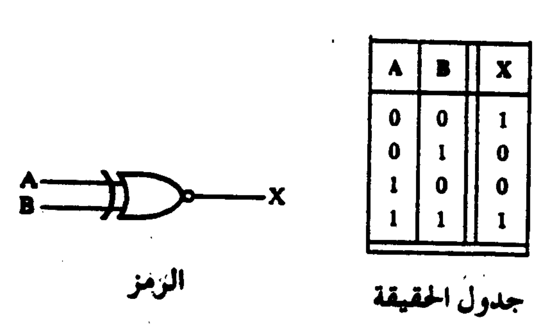
يمكن بناء بوابة XNOR من أربع بوابات NAND وبوابة AND.

والشكل (١ – ١٩) يبين الرمز المختصر لبوابة XNOR والدائرة المكافئة باستخدام 4 بوابات NAND وبوابة AND .



الشكل (١ - ١٩)

والشكل (١ - ٢٠) يبين رمز بوابة XNOR بمدخلين A, B ، وبمخرج واحد X وكذلك جدول الحقيقة والمخطط الزمنى لهذه البوابة .



A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

جدول الحقيقة

B 0 0 1 0 0 0 1 0

A 0 0 0 0 1 0 1 0

X 1 1 0 1 0 1 1 1

المخطط الزمنى

الشكل (١ - ٢٠)

ويلاحظ من جدول الحقيقة أن خرج هذه البوابة يكون منخفضاً (0) عندما تكون حالة أحد مداخلها مرتفعه (1) .

ويمكن التعبير عن عملية XNOR بإحدى المعادلتين التاليتين :

$$X = \overline{A + B} \rightarrow 1.8$$

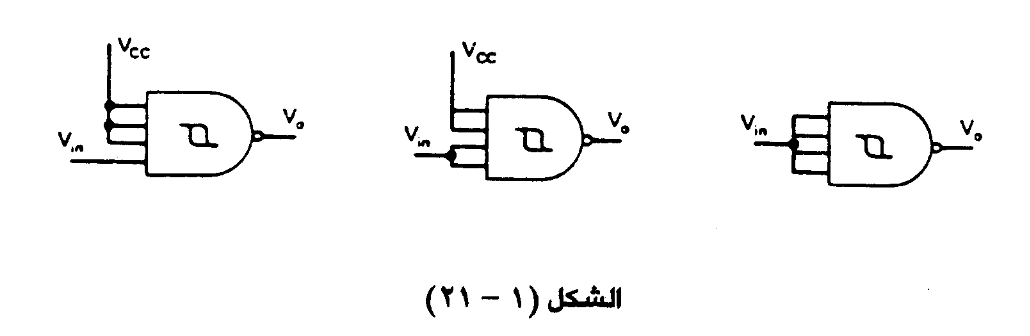
$$X = A \cdot B + \overline{A} \cdot \overline{B} \rightarrow 1.9$$

١/٣/ ٨ - بوابات شميت للإشعال : Schmitt - trigger gates

أولاً : بوابة Schmitt NAND :

تتميز هذه البوابة بأنها تتعرف على V_{in} (جهد الدخل) كدخل عال إذا كانت قيمته 1.7V أو أعلى ، وتتعرف على V_{in} (جهد الدخل) كدخل منخفض إذا كانت قيمته 0.9v او أقل. فى حين أن V_O (جهد الخرج) تكون قيمته 3.4v عندما تكون حالة الخرج عالية ، وتكون قيمته 0.9v عندما تكون حالة الخرج منخفضة .

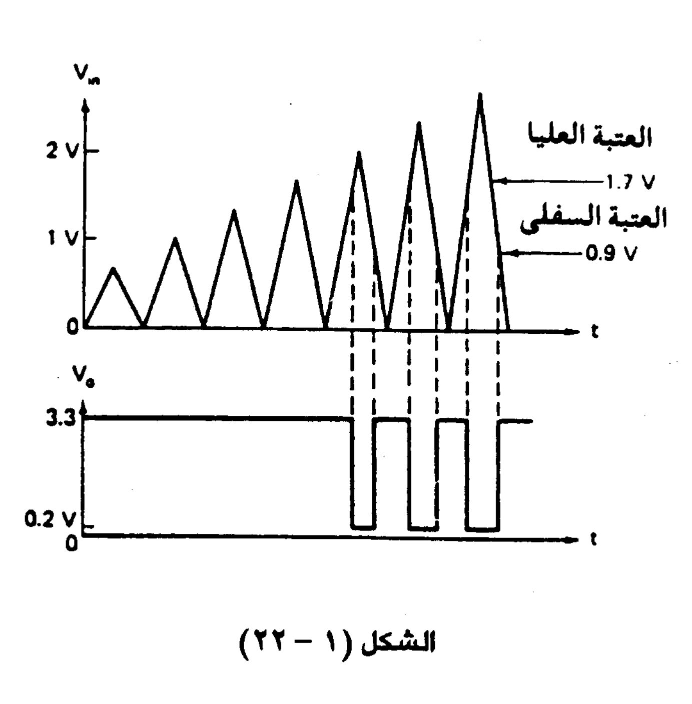
والشكل (١ – ٢١) يعـرض ثلاث بوابات Schmitt NAND لهم أربعة مداخل بحيث يتم توصيل المداخل معاً بطرق مختلفة .



الشكل (١ – ٢١)

والشكل (١ – ٢٢) يعرض شكل الموجة الداخلة V_{in} والموجة الخارجة V_O لبوابة Schmitt NAND المبينة بالشكل (١–٢١) .

ويلاحظ أن جـهـد خرج البوابة V_O يساوى 3.3V عندما يكون جهد الدخل V_{in} أصغر من 1.7V وعندما يكون جهد الدخل V_{in} أكبر أو يساوى 1.7v فإن خرج البوابة يساوى 0.2v، وتستمر حالة الخرج منخفضة إلى أن يصبح جهد الدخل V_{in} مساوياً 0.9v ، حينئذ يعود خرج البوابة مساوياً 3.3v وهكذا .



الشكل (١ – ٢٢)

ويقال عادة إن بوابة Schmitt NAND لها خواص رجوعية Hystresis C/C. .

والجدير بالذكر أنه يمكن الحصول على نفس الأداء باستخدام بوابة Schmitt NAND بمدخلين بحيث يوصل أحد المدخلين بالجهد V_{CC} ، والمدخل الثانى بجهد الدخل V_{in}، أو يوصل المدخلان معاً بجهد الدخل V_{in} ؛ لتعمل كبوابة NOT .

ثانياً : بوابة Schmitt NOT :

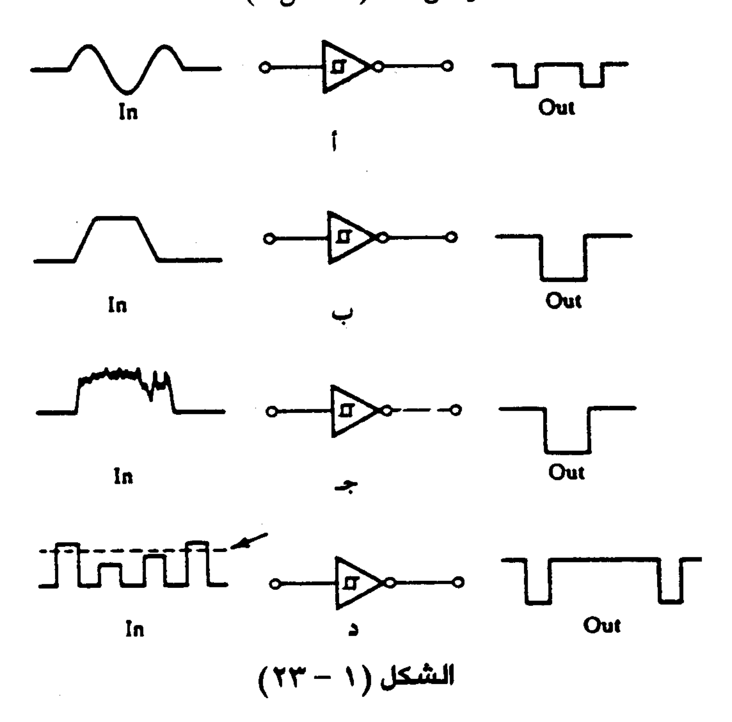
لا تختلف خواص هذه البوابة عن بوابة Schmitt NAND فى تعرفها على جهد الدخل والشكل (١ - ٢٢) يمكن الرجوع إليه لمعرفة العلاقة بين دخل وخرج بوابة Schmitt NOT، وتستخدم بوابات Schmih NOT فى التطبيقات المبينة بالشكل (١ - ٢٣) وهى كما يلى :

أ - تشكيل الموجات (الشكل أ) .

ب - تخزين نبضة (الشكل ب) .

جـ - التخلص من الضوضاء (الشكل جـ) .

د- اكتشاف جهد العتبة الأكبر من 1.7 (الشكل د) .



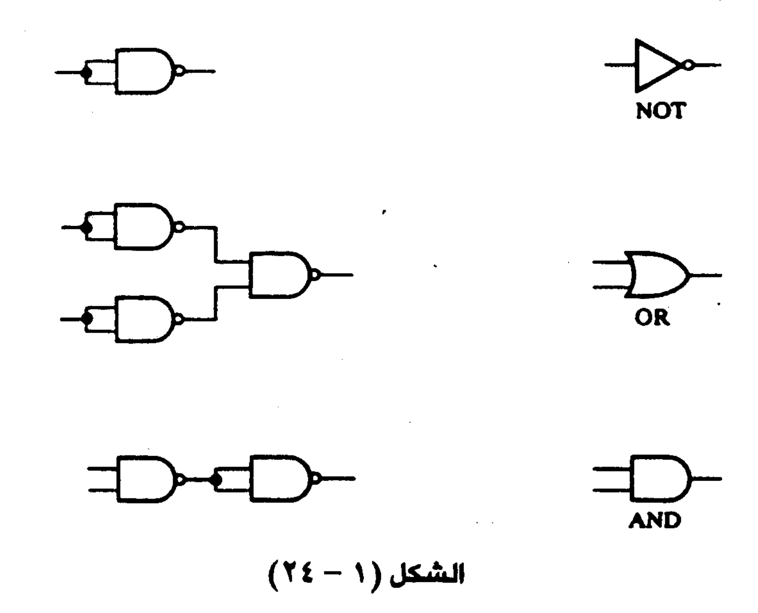
الشكل (١ - ٢٣)

١/٣/ ٩ - البوابات العامة The universal gates :

تسمى كل من بوابة NAND وبوابة NOR بالبوابات العامة ؛ لأنه يمكن استخدام هذه

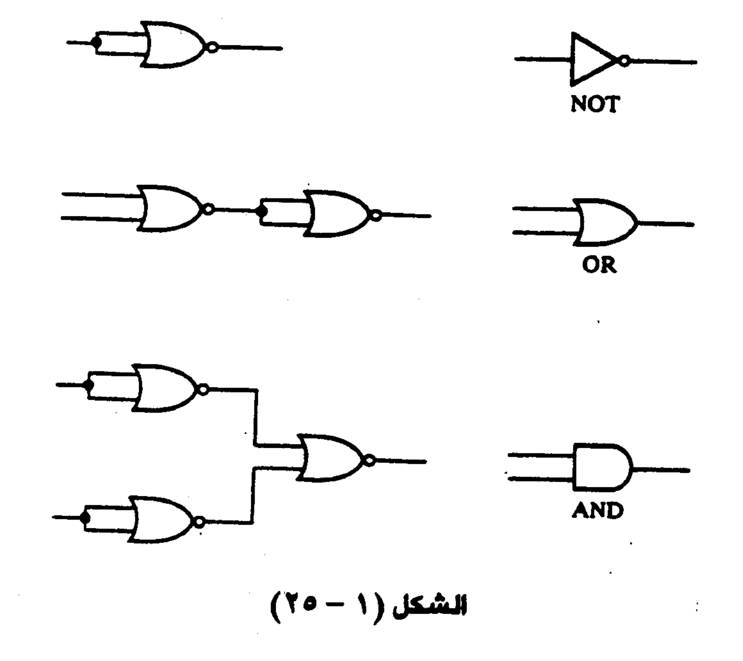
البوابات فى بناء أى نوع من البوابات التى سبق ذكرها .

والشكل (١ - ٢٤) يبين طريقة استخدام بوابة NAND فى بناء البوابات الأساسية الثلاثية NOT , AND , OR .



الشكل (١ - ٢٤)

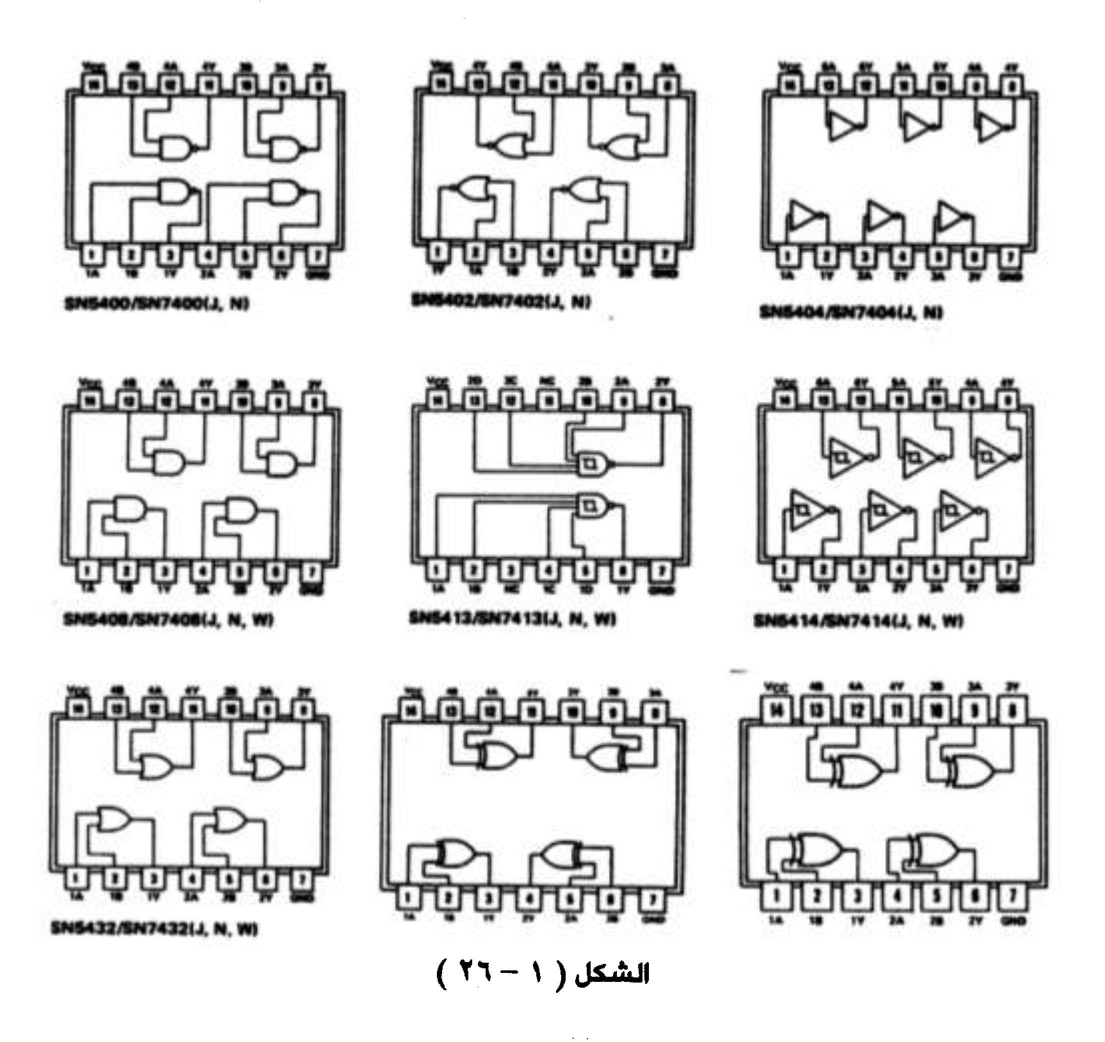
أما الشكل (١ - ٢٥) فيبين طريقة استخدام بوابة NOR فى بناء البوابات الأساسية الثلاثة NOT , AND , OR .



الشكل (١ - ٢٥)

١/٣/ ١٠ - الدوائر المتكاملة للبوابات :

الشكل (١ - ٢٦) يعرض المسقط الأفقى متضمناً الرموز المنطقية لبعض الدوائر المتكاملة للبوابات المنطقية ، والتى تنتمى لعائلة TTL .



الشكل (١ - ٢٦)

وتوصل الرجل Vcc بمصدر جهد +5v ، وتوصل الرجل GND بأرضى منبع التيار المستمر. ولتحديد أرقام الأرجل المختلفة للدائرة المتكاملة تمسك الدائرة المتكاملة باليد ، بحيث يكون التجويف النصف دائرى الموجود فى أحد جانبيها جهة اليسار ، فتكون الرجل المواجهة لك جهة اليسار هى الرجل رقم 1 ويكون العد فى عكس اتجاه عقارب الساعة .

١/ ٤ - القلابات Flip Flop :

تسمى معظم القلابات بالعناصر ثنائية الاستقرار ، ولهذه العناصر حالتان : إما عالية 1 أو منخفضة 0 وتمثل هذه العناصر نوعاً بسيطا من أنواع الذاكرة ، وذلك لأن حالة خرجها فى أى لحظة يتحدد بحالة آخر إشارة دخل وصلت لها . وسنتناول فى الفقرات القادمة أهم القلابات .

١/٤/ ١ - قلاب R - S   . R - S flip flop

الشكل (١ - ٢٧) يبين رمز وجدول الحقيقة لقلاب نوع R - S .

وللقلاب R - S مدخلان وهما : مدخل الإمساك S (set) ، ومدخل التحرير Reset (R) ومخرجان وهما المخرج Q ومعكوسه $\overline{Q}$.

ويلاحظ من جدول الحقيقة أنه عندما تكون حالة المدخل S مساوية 1 فإن حالة المخرج Q تساوى 1 ، وحالة $\overline{Q}$ تساوى 0 ويبقى الوضع هكذا حتى عند عودة حالة المدخل S للصفر إلى أن تصبح حالة المخرج R مساويه 1 ، حينئذ تنعكس حالة المخارج فتصبح حالة $\overline{Q}$ مساوية 1 وحالة Q مساوية 0 وتظل حالة المخارج كما هى إلى أن تصبح حالة S مساوية 1 وهكذا ، وهناك حالة يجب أن تستبعد عندما تصبح حالة كل من S , R مساوية 1 ؛ لأن حالة المخرج Q ، والمخرج $\overline{Q}$ ستصبح غير محددة .

جدول الحقيقة

S (set)	R (reset)	Q	$\overline{Q}$
1	0	1	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
1	1		

الرمز

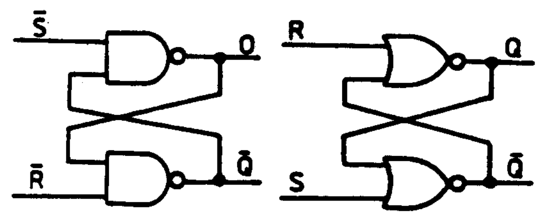
S Q
R $\overline{Q}$

الشكل (١ - ٢٧)

والجدير بالذكر أنه يمكن بناء قلاب R - S باستخدام بوابتى NOR أو بوابتى NAND كما هو مبين بالشكل (١-٢٨) فباستخدام بوابتى NAND يمكن بناء قلاب R - S يعمل عند الحالة المنخفضة للمداخل $\overline{S}$, $\overline{R}$.

وباستخدام بوابتى NOR يمكن بناء قلاب R - S يعمل عند الحالة العالية للمداخل R-S

علماً بأن $\bar{S}$ تعنى معكوس مدخل الإمساك set ، أما $\bar{R}$ تعنى معكوس مدخل التحرير Reset

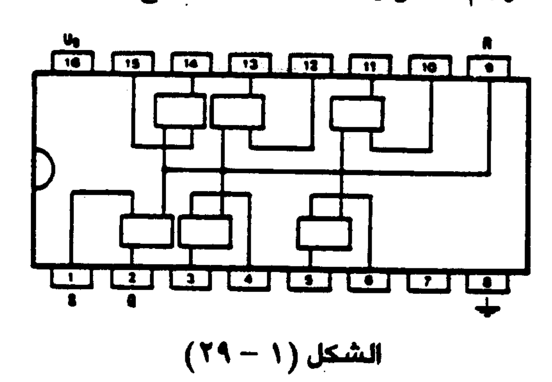


الشكل (١ – ٢٨)

فعند وصول إشارة منخفضة للمدخل S للقلاب (R - S) الذى يتالف من بوابتى NAND يحدث إمساك للمخرج Q فتصبح حالة المخرج $\bar{Q}$ عالية (1) وحالة المخرج $\bar{Q}$ منخفض(0) .

وعند وصول إشارة منخفضة للمدخل $\bar{R}$ للقلاب الذى يتالف من بوابتى NAND يحدث تحرير للمخرج Q ، اى تصبح حالة المخرج Q منخفضة (0) ، وحالة المخرج $\bar{Q}$ عالية (1) ، أما القلاب الذى يتالف من بوابتى NOR فلا يختلف تشغيله عن القلاب المبين بالشكل (١-٢٤) .

والشكل (١ – ٢٩) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 7418 ، والتى تحتوى على ستة قلابات R - S ، ولهم مدخل واحد للتحرير R ومخرج واحد لكل قلاب Q .



الشكل (١ – ٢٩)

١/٤/ ٢ – القلاب D Flip Flop :

صمم هذا النوع من القلابات للتغلب على المشكلة التى ظهرت فى القلاب S - R ، والتى تتمثل فى أنه عندما تكون حالة كل من المدخلين S , R عالية أى (1) منطقى ، فإن المخرج يكون غير محدد .

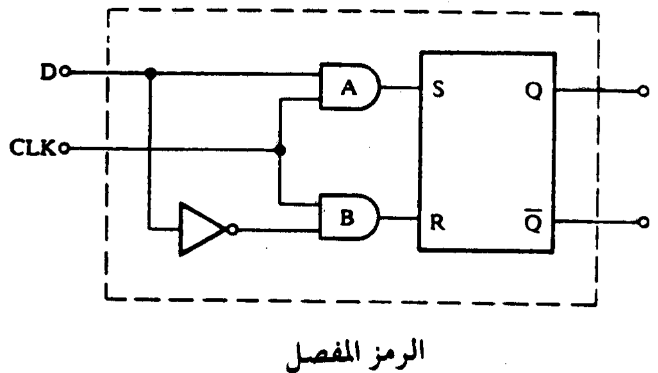
وتم التغلب على ذلك فى القلاب D بالتأكد من أن S , R يتمم كل منهما الآخر أى أن حالة أحدهما هو معكوس حالة المدخل الآخر .

والشكل (١ - ٣٠) يعرض رمز قلاب D المختصر ، ورمز قلاب D المفصل وجدول الحقيقة للقلاب .

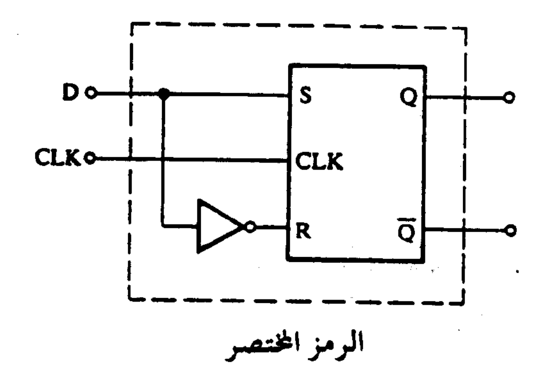
ويلاحظ أن القلاب D يتكون من قلاب R-S وبوابتى AND وبوابة NOT ، ولهذا القلاب مدخلان ، وهما : مدخل البيانات (D) Data ومدخل نبضات الساعة CLOCK (CLK) ، وله مخرجان ، وهما : المخرج Q ، ومعكوسه $\bar{Q}$.

نظرية عمل القلاب D :

١ - عندما تكون حالة مدخل النبضات cLk منخفضة (L) وعند أى حالة (x) للمدخل D فإن حالة المخرجين تكون الحالة السابقة لهم (P.S.) .



الرمز المفصل



الرمز المختصر

CLK	D	Q	$\bar{Q}$
L	X	P.S.	P.S.
H	H	H	L
H	L	L	H

جدول الحقيقة

الشكل (١ - ٣٠)

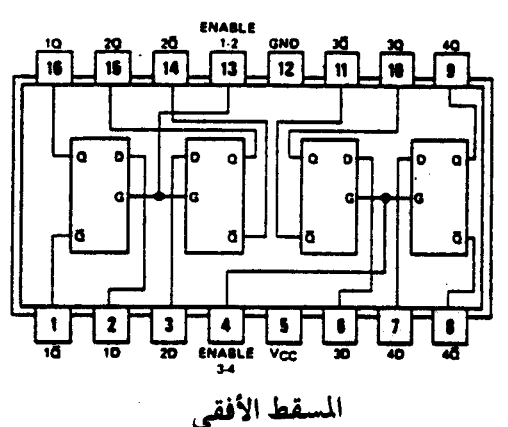
٢ - عندما تكون حالة مدخل النبضات CLK عالية (H) وحالة المدخل D عالية H فإن حالة المخرج Q تصبح عالية (H) ، وحالة المخرج المعكوس $\bar{Q}$ تصبح منخفضة (L) .

٣ – عندما تكون حالة مدخل النبضات clk عالية (H) ، وحالة المدخل D منخفضة (L) ، فإن حالة المخرج Q تصبح منخفضة (1) ، وحالة المخرج المعكوس $\bar{Q}$ تصبح مرتفعة (H).

والشكل (١ – ٣١) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 7475 التى تحتوى على أربعة قلابات D، وكذلك جدول الحقيقة لقلاب واحد ، علماً بان لكل قلابين مدخلا واحداً لنبضات الساعة G، ولكل قلاب مخرج ومعكوسه Q , $\bar{Q}$ ، والرجل 5 توصل بالجهد الموجب للمنبع Vcc+ ، والرجل 12 توصل بأرضى المنبع .

والجدير بالذكر أن نظرية عمل قلابات هذه الدائرة المتكاملة لا تختلف عن نظرية عمل القلاب D السابقة شرحها .

فعندما تكون حالة المدخل D منخفضة (L) ومدخل نبضات الساعة G عالياً (H) ؛ فإن حالة المخرج Q تصبح منخفضة (L)، وعندما تكون حالة المدخل D عالية (H) ومدخل نبضات الساعة G عالياً (H) ؛ فإن حالة المخرج Q تصبح عالية (H) ، وعندما تكون حالة المدخل D منخفضة أو عالية (x) ، وحالة مدخل نبضات الساعة G منخفضة (L) فإن حالة المخرج Q هى الحالة السابقة له Qo، وبالطبع فإن حالة المخرج $\bar{Q}$ هى معكوس حالة المخرج Q .



المسقط الأفقى

FUNCTION TABLE
(Each Latch)

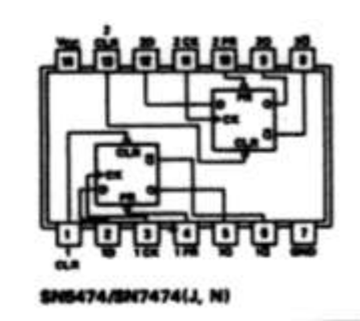
INPUTS		OUTPUTS	
D	G	Q	$\bar{Q}$
L	H	L	H
H	H	H	L
X	L	Q_0	$\bar{Q}_0$

جدول الحقيقة

الشكل (١ – ٣١)

ويوجد نموذج آخر للقلاب D مزود بمدخلين إضافيين وهما : مدخل الإمساك preset ، ومدخل التحرير clear .

والشكل (١ – ٣٢) يبين المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 7474 والتى تحتوى على قلابين D ، لكل قلاب أربعة مداخل ، وكذلك جدول الحقيقة.



SN5474/SN7474(J, N)

FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS	
PRESET	CLEAR	CLOCK	D	Q	$\bar{Q}$
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H*	H*
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q_0	$\bar{Q}_0$

الشكل (١ - ٣٢)

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 7474 :

تسمى الثلاث حالات الأولى من جدول الحقيقة بحالات التشغيل غير المتزامن للقلاب D ، والحالتان الرابعة والخامسة تسمى بحالات التشغيل المتزامن للقلاب D .

١ - التشغيل غير المتزامن للقلاب D ، ويحدث عندما تكون حالة أحد المدخلين preset, clear منخفضة (L) أو كلاهما حالته منخفضة (L) ، ويعمل القلاب في هذا القلاب كقلاب R - S حيث إن : preset تمثل معكوس مدخل الإمساك $\bar{S}$ ، وأما clear تمثل معكوس مدخل التحرير $\bar{R}$ ، فعندما تكون حالة preset منخفضة (L) تصبح حالة Q عالية (H) . وعندما تكون حالة المدخل clear منخفضة (L) تصبح حالة $\bar{Q}$ عالية (H) ، وعندما تصبح حالة المدخلين preset , clear منخفضة (L) فإن حالة مخرج القلاب Q , $\bar{Q}$ يكون غير محدد ، ويجب أن يستبعد .

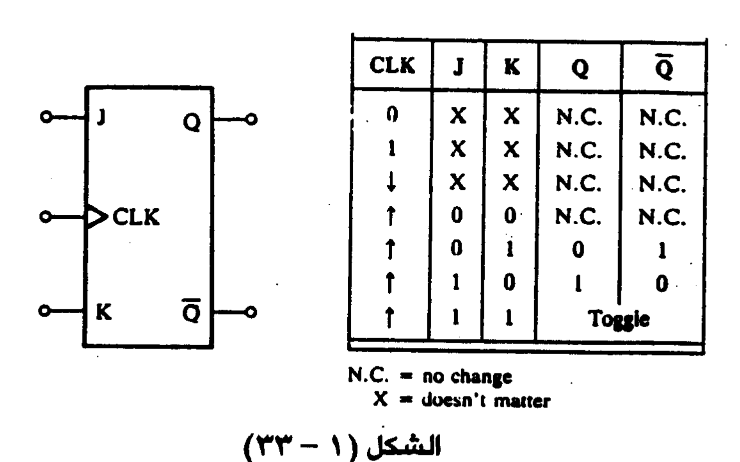
٢ - التشغيل المتزامن للقلاب D ، ويحدث عندما تكون حالة المدخلين preset , clear عالية (H) ، وتصل نبضات لمدخل النبضات CLOCK . فعند وصول نبضة لمدخل النبضات وعند الحافة الموجبة (العالية) أى : الانتقال من منخفض إلى عالٍ تنتقل حالة مدخل البيانات D للمخرج Q .

٣ - ثبات حالة مخارج القلاب D عندما تكون حالة المداخل preset , clear عالية (H) وحالة مدخل النبضات CLOCK منخفضة (L) .

والجدير بالذكر أن القلاب D يستخدم عادة فى تقليل تردد موجة مربعة للنصف ، فعندما تكون حالة كل من المدخلين preset , clear عالية (H) ودخلت موجه مربعة لمدخل النبضات CLOCK ، فإن خرج القلاب D على المخرج Q هو نصف تردد الموجة الداخلة .

١/٤/ ٣ - القلاب J - k Flip Flop :

الشكل (١ – ٣٣) يعرض رمز القلاب J - k ، وجدول الحقيقة له ، ويلاحظ أن لهذا القلاب ثلاثة مداخل وهى J, k , CLK وله مخرجان وهما : $Q , \bar{Q}$.



CLK	J	K	Q	$\bar{Q}$
0	X	X	N.C.	N.C.
1	X	X	N.C.	N.C.
↓	X	X	N.C.	N.C.
↑	0	0	N.C.	N.C.
↑	0	1	0	1
↑	1	0	1	0
↑	1	1	Toggle	

N.C. = no change
X = doesn't matter

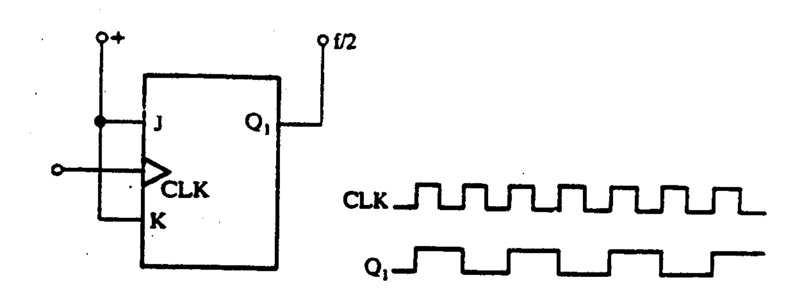
الشكل (١ – ٣٣)

نظرية تشغيل القلاب J - k :

١ – لا تتغير حالة المخارج $Q , \bar{Q}$ إلا عند الحافة الصاعدة للنبضات التى تصل إلى المدخل CLK ، وتكون حالة أحد المدخلين J,K عالية حيث تنتقل حالة المدخل J للمخرج Q وحالة المدخل K للمخرج $\bar{Q}$.

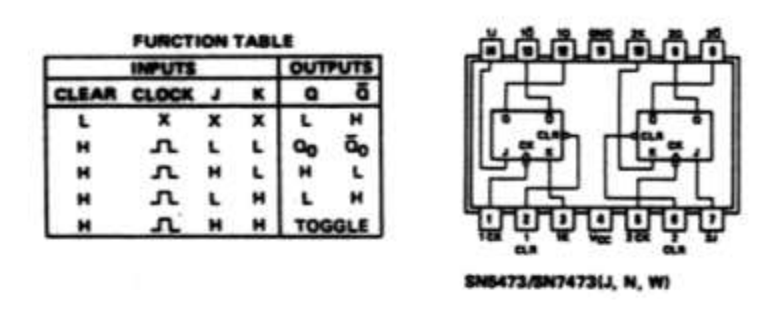
٢ – عندما تكون حالة المدخل J والمدخل k عالية (1) يعمل القلاب على تنصيف تردد الموجة التى تدخل لمدخل النبضات CLK ، وتسمى هذه الحالة Toggle .

والشكل (١ – ٣٤) يوضح حالة Toggle أى عمل القلاب كمنصف للتردد .



الشكل (١ - ٣٤)

والشكل (١ - ٣٥) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 7473 ، والتى تحتوى على قلابين j - k ، وجدول الحقيقة لها .



FUNCTION TABLE

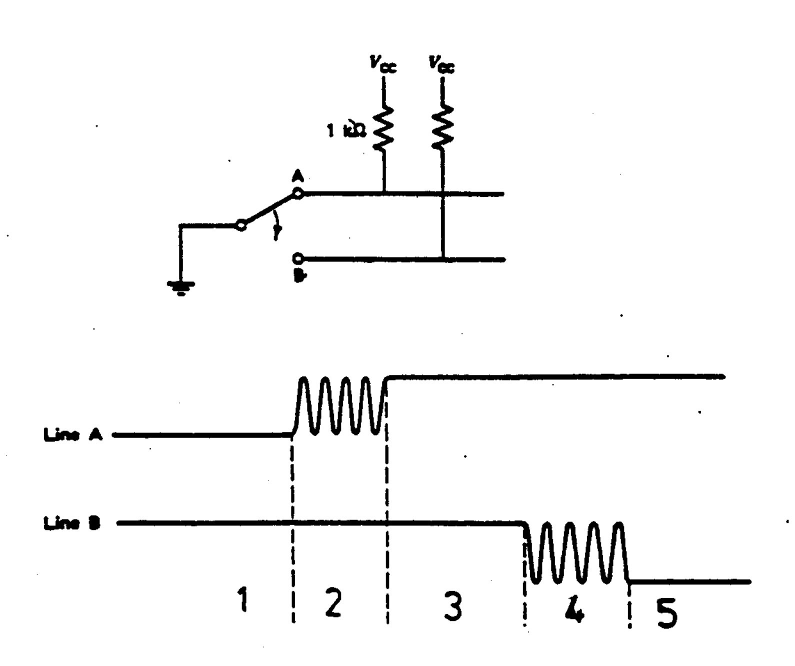
INPUTS				OUTPUTS	
CLEAR	CLOCK	J	K	Q	$\bar{Q}$
L	X	X	X	L	H
H	⎍	L	L	Q_0	$\bar{Q}_0$
H	⎍	H	L	H	L
H	⎍	L	H	L	H
H	⎍	H	H	TOGGLE	

الشكل (١ - ٣٥)

ويزود كل قلاب بمدخل للتحرير clear (CLR) ، ويكون فعالاً عند الحالة المنخفضة ، ويلاحظ من جدول الحقيقة أنه عندما تكون حالة مدخل التحرير (L) فإن حالة Q تصبح منخفضة (L) وحالة $\bar{Q}$ تصبح عالية (H) بغض النظر عن حالة باقى المداخل . ونظرية عمل القلاب J - k لهذه الدائرة المتكاملة لا يختلف عن نظرية عمل القلاب J - K السابق شرحها عدا أن مدخل التحرير Clear (CLR) يجب أن تكون حالته عالية باستمرار . علماً بأن الرمز $\bar{Q}_0$, Q_0 تعنى الحالة السابقة للمخارج .

١/٤/ ٤ - إزالة ارتداد المفاتيح switch Debouncing :

عادة يصاحب غلق وفتح المفاتيح تكرار للفتح والغلق عدة مرات ، وتسمى هذه الظاهرة بالارتداد . والشكل (١ - ٣٦) يبين الارتداد الناتج عن تحويل مفتاح قطب واحد سكتين SPDT من النقطة A إلى النقطة B .



الشكل (١ - ٣٦)

ويلاحظ انه يمكن تقسيم العلاقة بين الجهد والزمن للخط A والخط B لخمس مراحل وهم كما يلى :

المرحلة 1 ثبات جهد A , b لاستقرار المفتاح على الوضع A .

المرحلة 2 تذبذب الجهد فى الخط A نتيجة لارتداد ريشة المفتاح عند ملامسة النقطة A .

المرحلة 3 ثبات كل من جهد A , B ؛ لأن ريشة المفتاح غير ملامسة للنقطة A ولا النقطةB .

المرحلة 4 تذبذب الجهد فى الخط B نتيجة لارتداد ريشة المفتاح عند ملامسة النقطة B .

المرحلة 5 ثبات كل من جهد A,B لاستقرار المفتاح على الوضع B .

وتسبب عملية الارتداد مشاكل كبيرة فى دوائر العدادات والمسجلات .. إلخ لذلك يجب اتخاذ بعض الاحتياطات ؛ للتخلص من الارتداد الناتج عن غلق وفتح المفاتيح .

فالدائرة المبينة بالشكل (١ – ٣٧ أ) مناسبة لإزالة الارتداد الناتج عن الضواغط ، والمفاتيح الدوارة والمنزلقة .

والجدير بالذكر أن هذه الدائرة تحدث تأخيراً زمنياً فى الخرج من لحظة تغير وضع المفتاح مقدار 1ms بعدها تكون ريشة المفتاح قد استقرت فى الحالة الجديدة . فعند غلق المفتاح S فإن أول ارتداد يؤدى لتفريغ المكثف C_1 فيصبح خرج بوابة Schmitt NOT عالياً ، وبالتالى يصبح الزمن المار بين كل ارتداد والثانى غير كاف لشحن المكثف c ، وبالتالى يظل خرج البوابة عالياً ، علماً بأن سعة المكثف c تساوى 10µf وقيمة المقاومة R حوالى 4.7 K Ω .

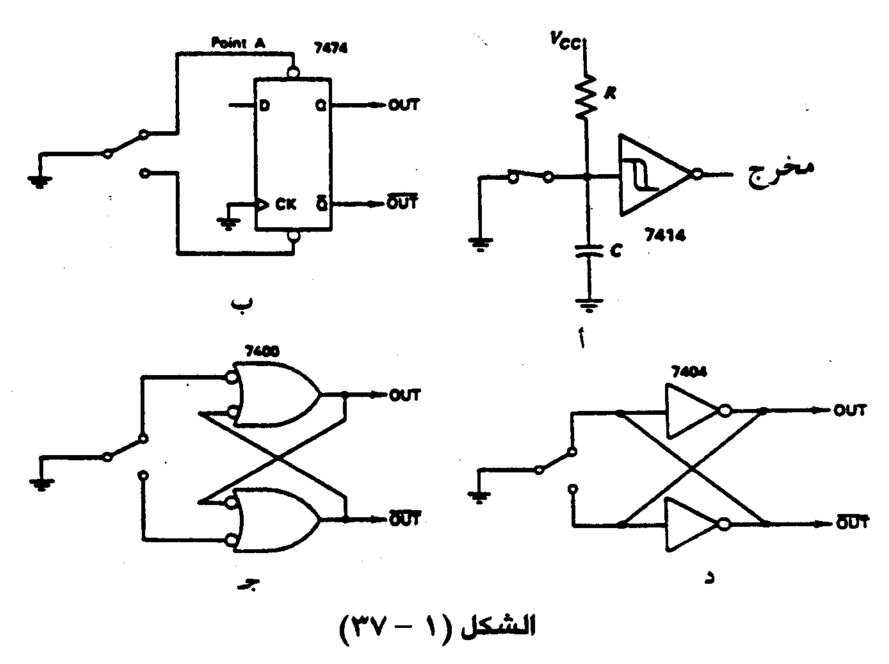
أما الدوائر المبينة بالشكل (١ – ٣٧) ب ، جـ ، د مناسبة لإزالة الارتداد الناتج عن المفاتيح الأحادية القطب ذات السكتين SPDT .

ففى الشكل (ب) عندما يوضع المفتاح على الوضع العلوى فإن الحالة المنخفضة للنقطة A تجعل خرج القلاب عالياً ، ولا يؤثر الارتداد فى خرج القلاب FF ، وعند تغيير وضع المفتاح من الوضع العلوى للوضع السفلى فإن أول ارتداد يؤدى إلى تحرير القلاب ، وتصبح حالة خرج القلاب OUT منخفضة ، ويظل خرج القلاب على هذا الحال .

أما البوابتان المستخدمتان فى الشكل (جـ) هما بوابتا NAND يشكلان قلاباً R - S يعمل عند الحالة المنخفضة ، فعند تغير وضع المفتاح من الوضع العلوى للوضع السفلى فإن الارتداد الحادث عن ترك النقطة العلوية لن يؤثر على خرج القلاب لأنه سيظل مرتفعاً ، وبمجرد وصول ريشة المفتاح للنقطة السفلية فإنه ، عند أول تلامس يصبح خرج القلاب out منخفضاً، ويثبت على ذلك لهما حدث ارتداد عند النقطة السفلية .

أما البوابتان المستخدمتان فى الشكل (د) فهما عاكستان فعندما يكون المفتاح على الوضع العلوى يكون خرج العاكس العلوى مرتفعاً ، وخرج العاكس السفلى منخفضاً ، وعند انتقال المفتاح من الوضع العلوى للوضع السفلى ، وأثناء الانتقال يظل خرج العاكس العلوى مرتفعاً وذلك لأن خرج العاكس السفلى يحافظ على دخل العاكس العلوى عاليًا وبمجرد الوصول

للوضع السفلى يصبح خرج العاكس العلوى منخفضاً وخرج العاكس السفلى مرتفعاً .



الشكل (١ – ٣٧)

١ / ٥ – دوائر الإمساك Latches :

تحتوى دوائر الإمساك المتكاملة على مجموعة من القلابات التى سبقت دراستها ، وتقوم Latches بالمحافظة على حالة مخارجها (مخارج القلابات) عند انقطاع إشارات مداخلها، ولذلك يقال إن Latches تقوم بإمساك حالة كلمة رقمية (مجموعة من الإشارات الرقمية) ، وهناك عدة أنواع لدوائر Latches التى تنتمى لعائلة TTL مثل :

١ – دوائر الإمساك نوع R - S على سبيل المثال الدوائر المتكاملة الآتية :

74279 , 74118 , 74119 .

٢ – دوائر الإمساك نوع D غير العاكسة على سبيل المثال الدوائر المتكاملة الآتية :

74873 , 7477, 74100 , 74363 , 74373 , 74845

٣ – دوائر الإمساك نوع D ذات المخارج ومعكوسها مثل :

7475 , 74375

وسوف نتناول فى هذه الفقرة بعض دوائر الإمساك بمزيد من التفصيل .

أولاً : دائرة الإمساك نوع R - S طراز 74279 :

الشكل (١ – ٣٨) يعرض المسقط الأفقى لهذه الدائرة ، وكذلك جدول الحقيقة لها ، ويلاحظ أن هذه الدائرة تحتوى على أربع قلابات R - S ، وكل قلاب يتألف من بوابتى NAND ، ويعمل عند الحالة المنخفضة للمداخل حيث إن :

FUNCTION TABLE

INPUTS $\overline{S}$†	INPUTS $\overline{R}$	OUTPUT Q
H	H	Q_0
L	H	H
H	L	L
L	L	H*

H = high level
L = low level

SN54279/SN74279(J, N, W)

الشكل (١ – ٣٨)

مداخل الإمساك للقلابات الأربعة هى:

$1\overline{S}1$, $1\ \overline{S}2$, $2\overline{S}$, $3\overline{S}1$, $3\overline{S}2$, $4\overline{S}$

تكون فعالة عندما تكون حالتها منخفضة ، وأيضا فإن مداخل التحرير للقلابات الأربعة هى:

$1\ \overline{R}$, $\overline{2}\ R$, $3\ \overline{R}$, $4\ \overline{R}$ تكون فعاله عندما تكون حالتها منخفضة .

نظرية عمل قلاب واحد من الدائرة :

١ – تكون حالة المخرج Q عالية (H) عندما تكون حالة مدخل أو مدخلى الإمساك $\overline{S}$ منخفضة (L) وحالة مدخل التحرير $\overline{R}$ عالية (H) .

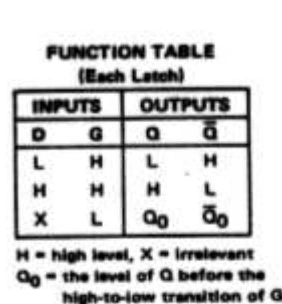
٢ – يحدث تحرير لحالة مخرج القلاب Q عندما تكون حالة مدخل الإمساك $\overline{S}$ عالية (H) وحالة مدخل التحرير $\overline{R}$ منخفضة (L) .

٣ – لا يحدث تغير فى حالة المخرج Q عندما تكون حالة المداخل $\overline{S}$, $\overline{R}$ عالية (H) .

ثانياً : دائرة الإمساك نوع D طراز 74100 :

الشكل (١ – ٣٩) يعرض المسقط الأفقى لهذه الدائرة المتكاملة ، وجدول الحقيقة لها .

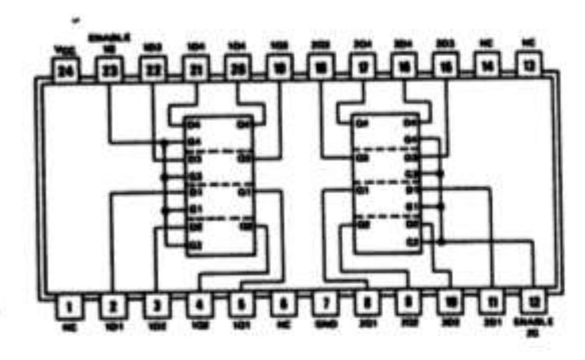
ويلاحظ أن هذه الدائرة المتكاملة تحتوى على دائرتى إمساك كل منهـا بأربعة مداخل ومدخل تمكين وأربعة مخارج .



FUNCTION TABLE
(Each Latch)

INPUTS		OUTPUTS	
D	G	Q	$\overline{Q}$
L	H	L	H
H	H	H	L
X	L	Q_0	$\overline{Q}_0$

H = high level, X = irrelevant
Q_0 = the level of Q before the high-to-low transition of G



الشكل (١ - ٣٩)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

مداخل بيانات D_1 - D_4 .

مداخل التمكين (فعالة عندما تكون حالتها مرتفعة) G_1 - G_4 .

مخارج الدائرة المتكاملة Q_1 - Q_4 .

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74100 :

١ - عندما تكون حالة مدخل التمكين G مرتفعة (H) ، فإن حالة مدخل البيانات D تنتقل للمخرج Q المقابل .

٢ - عندما تكون حالة مدخل التمكين G منخفضة ، فإن حالة المخرج Q لن تتغير ، بغض النظر عن حالة مدخل البيانات D .

١ / ٦ - أنظمة الأعداد والأكواد Code and number systems :

إن معرفة النظم المختلفة للأعداد والأكواد يسهل على القارىء التعامل مع أنظمة التحكم الرقمية ، وقبل البدء فى سرد النظم المختلفة للأعداد والأكواد ، سنشير إلى بعض المصطلحات التى تستخدم عادة مع نظم الأعداد المختلفة وهى :

١ - إن أى عدد يتكون من مجموعة من الخانات Digits .

٢ - كل نظام أعداد له أساس ثابت وله مجموعة أعداد أساسية .

٣ – يمكن تحويل أى نظام أعداد إلى النظام العشرى للأعداد ، والمستخدم فى حياتنا اليومية ، وذلك باستخدام المعادلة التالية :

$$Z = a_0 b^o + a_1 b^1 + a_2 b^2 + ... \rightarrow \quad 1.10$$

حيث إن :

Z هو العدد العشرى المكافيء أما a_0 , a_1 , a_2 فهى الأعداد الأساسية ، b هو الأساس .

١/٦/ ١ – نظام الأعداد العشرية Decimal numbers :

أساس نظام الأعداد العشرية 10

الأعداد الأساسية للنظام العشرى 9 , ... 2 , 1 , 0

فيمكن القول إن العدد العشرى 456 يساوى

$$456 = 4 \times 10^2 + 5 + 10^1 + 6 \times 10^0$$

حيث إن :

10 هى أساس النظام العشرى .

6 , 5 , 4 الأعداد الأساسية للنظام العشرى .

١/٦/ ٢ – نظام الأعداد الثنائية Binary numbers :

أساس نظام الأعداد الثنائية 2 .

الأعداد الأساسية لنظام الأعداد الثنائية 1 , 0 .

مثال :

حول العدد الثنائى $^{MS}(10110110)^{LS}$ لمكافئه العشرى حيث إن الخانة (bit) اليسرى هى الأعلى رتبة (MSD) ، ورتبتها 2^7 والخانة اليمنى هى الأقل رتبة LSD ، ورتبتها 2^0 .

$$Z = 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

$$= (182)_{10}$$

علماً بأن كل خانة من خانات العدد الثنائى تسمى bit ، ويسمى العدد الثنائى بكلمة ward وتتكون الكلمة عادة من مجموعة من bits .

١/٦/ ٣ – نظام الأعداد الثمانية Octal numbers :

الأساس 8

الأعداد الأساسية 7 , ... , 2 , 1 , 0

مثال :

حول العدد الثمانى $(1763)_8$ لمكافئه العشرى .

$$Z = 1 \times 8^3 + 7 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 3 \times 8^0$$

$$= (1067)_{10}$$

١/٦/ ٤ – نظام الأعداد السداسية عشر Hexadecimal numbers :

الأساس 16 .

الأعداد الأساسية 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F,

وفيما يلى المكافىء العشرى للأعداد الأساسية الستة الأخيرة

A = 10 B = 11 C = 12 D = 13 E = 14 F = 15

مثال :

حول العدد السداسى عشر $(1A6)_{16}$ لمكافئه العشرى

$$Z = 1 \times 16^2 + A \times 16^1 + 6 \times 16^0 = (422)_{10}$$

١/٦/ ٥ – الأعداد العشرية المكودة ثنائيا BCD :

يمكن تمثيل الأعداد العشرية بأعداد ثنائية حيث إن أى عدد عشرى أساسى، أى : يتكون من خانة واحدة يمكن تمثيله بعدد ثنائى له أربع خانات .

مثال :

حول العدد العشرى 7493 لعدد عشرى مكود ثنائياً .

$$(7493)_{10} = (\underset{7}{\underline{0111}}\quad \underset{4}{\underline{0100}}\quad \underset{9}{\underline{1001}}\quad \underset{3}{\underline{0011}})$$

٧/١ - العدادات Counters :

العداد الالكترونى هو أداة تحصى عدد النبضات التى تدخل إلى مدخل النبضات للعداد .

ويتكون العداد من مجموعة من القلابات متصلة معاً بطريقة تمكنها من العد .

وتنقسم العدادات إلى نوعين من حيث نظرية عملها :

١ – عدادات تزامنية .

٢ – عدادات غير تزامنية .

وتنقسم العدادات إلى نوعين من حيث وظيفتها وهما :

أ – عدادات تصاعدية up counters ويزداد خرجها بمقدار 1 كلما وصلت نبضة لمدخل نبضات العداد .

ب – عدادات تنازلية Down counters ، ويقل خرجها بمقدار 1 كلما وصلت نبضة لمدخل نبضات العداد وصولاً للصفر .

وتنقسم العدادات إلى ثلاثة أنواع من حيث نوع مخارجها وهى :

أ– عداد ثنائى .

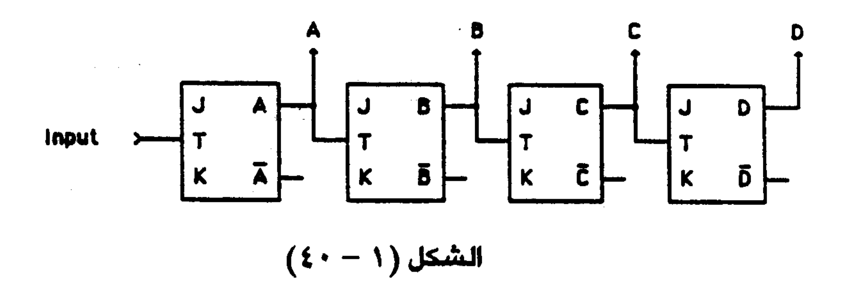
ب – عداد ثنائى مكود عشرياً BCD ويطلق عليه – أحياناً – عداد عشرى .

جـ – عداد ثمانى وله ثلاثة مخارج .

وستتضح هذه الأنواع فى الفقرات التالية :

١ /٧/١ - العدادات غير المتزامنة Asynchronous counters :

الشكل (١ – ٤٠) يعرض دائرة عداد ثنائى غير متزامن وتصاعدى ، يتكون من أربعة قلابات J - k . حيث يوصل المداخل J - k للقلابات الأربعة مع الطرف Vcc+ لمنبع التيار المستمر (غير موضح بالرسم) .



الشكل (١ – ٤٠)

ويلاحظ أنه استخدمت الأحرف A, B, C, D كمخارج للقلابات بدلاً من Q حتى يسهل تمييز القلابات ، وكل خرج من هذه المخارج الأربعة يعطى دلالة عن عدد عشرى معين فمثلاً :

$A = 2^0 = 1$

$B = 2^1 = 2$

$C = 2^2 = 4$

$D = 2^3 = 8$

ويقوم هذا العداد الثنائى بعد النبضات عند الحافة السالبة (الهابطة)، عند الانتقال من عالٍ لمنخفض ، والتى تدخل لمدخل النبضات T .

ويبدأ هذا العداد العد عندما تكون حالة جميع مخارجه منخفضة (0) أى أن العدد المحمل به العداد فى البداية هو صفر عشرى ، وأقصى عدد نحصل عليه من هذا العداد الثنائى هو : (1111) ، وهو يساوى $(15)_{10}$.

والشكل (١ – ٤١) يبين شكل موجات الجهد على المخارج الأربعة A, B, C, D عند دخول نبضة ساعة على مدخل النبضات T للقلاب A .

الشكل (١ – ٤١)

ويلاحظ أن قيمة العدد الخارج على مخارج العداد A, B, C, D تزداد واحداً أثناء الحافة الهابطة لنبضة المؤقت فمثلاً : عند الحافة الهابطة للنبضة 5 فإن :

$A = 1 \qquad B = 0 \qquad C = 1 \qquad D = 0$

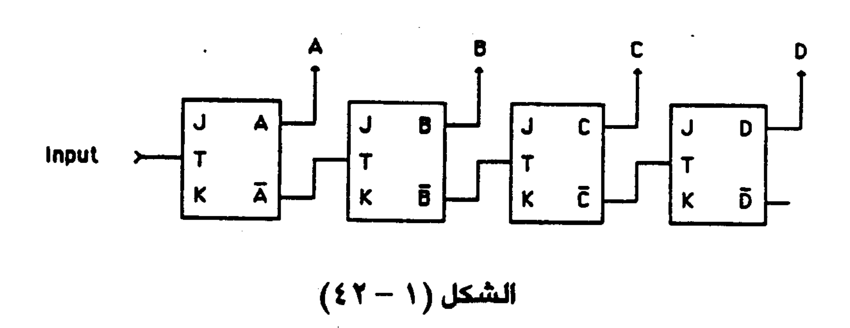
أى أن : العدد الثنائى الخارج على مخارج العداد A, B, C, D هو : (0101) ويكافىء :

$Z = 1 \times 2^0 + 0 \times 2 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^3 = 5$

والشكل (١ – ٤٢) يعرض دائرة عداد ثنائى تنازلى غير متزامن يتكون من أربعة قلابات J - k ، حيث توصل المداخل J , k للقلابات الأربعة مع الطرف +Vcc لمنبع التيار المستمر ، (غير موضح بالرسم) ، وللعداد أربعة مخارج وهى : A , B , C , D ، حيث يعطى كل منهم دلالة عن عدد عشرى معين حيث إن :

$A = 2^0 = 1 \qquad C = 2^2 = 4$

$B = 2^1 = 2 \qquad D = 2^3 = 8$



الشكل (١ – ٤٢)

وبمجرد وصول النبضة الأولى لهذا العداد تصبح حالة جميع مخارجه عالية أى أن :

$$A = B = C = D = 1$$

ويكون العدد العشرى الذى يحمل به العداد فى البداية وهو :

$$Z = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 4 + 1 \times 8 = 15$$

وكلما وصلت نبضة للعداد قل العدد المحمل به العداد بمقدار 1 إلى أن يصبح حالة جميع مخارج العداد منخفضة ، فى هذه الحالة يكون العدد المحمل به العداد يكافىء صفراً (عشرياً) حينئذ يبدأ العداد من جديد دورة العد .

والشكل (١ – ٤٣) يبين شكل الجهد على المخارج الأربعة A, B, C, D عند دخول نبضة ساعة مدخل نبضات الساعة T .

الشكل (١ – ٤٣)

ويلاحظ أن قيمة العد تقل واحداً أثناء الحافة الهابطة لنبضات الساعة (الانتقال من عالٍ لمنخفض) فمثلاً : عند الحافة الهابطة للنبضة 7 فإن :

$$A = 1 , \qquad B = 0 , \qquad C = 0 , \qquad D = 1$$

ويكون العدد الثنائى الخارج على مخارج الأعداد A, B, C, D هو : (1001) حيث إن خرج A هو الأقل رتبة وخرج D هو الأعلى رتبة .

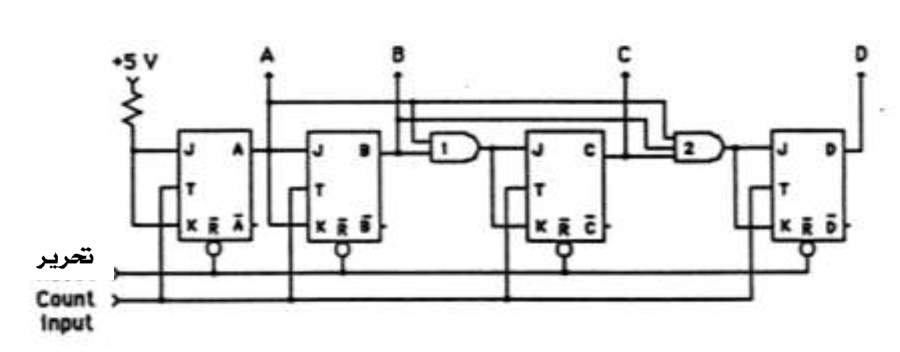
$$Z = 1 \times 1 + 0 \times 2 + 0 \times 4 + 1 \times 8 = 9$$

١/٧/ ٢ – العدادات المتزامنة synchronous counters :

تمتاز العدادات المتزامنة بالسرعة الفائقة مقارنة بالعدادات الغير متزامنة .

والشكل (١ – ٤٤) يعرض دائرة لعداد ثنائى متزامن تصاعدى حيث يوصل مولد النبضات بمدخل النبضات للقلابات الأربعة A, B, C, D ويتم إدخال خرج القلاب A على المدخلين J , k للعداد B إدخال خرج القلابين A, B على المدخلين J , k للعداد C بواسطة البوابة 1 وإدخال خرج جميع القلابات A, B, C على المدخلين J, k للعداد D بواسطة البوابة 2.

ويلاحظ أن هذه الدائرة مزودة بمدخل لتحرير القلابات عند أى لحظة عندما يكون حالة خط التحرير Reset منخفضة (L) ، لذلك يجب المحافظة على حالة هذا الخط مرتفعة أثناء قيام العداد بالعد .



مدخل العد

الشكل (١ – ٤٤)

١/٧/ ٣ – الدوائر المتكاملة للعدادات :

يمكن تقسيم الدوائر المتكاملة للعدادات عائلة TTL إلى :

١ – عدادات غير متزامنة تعمل عند الحافة الهابطة لنبضات الساعة وتنقسم بدورها إلى :

أ – عدادات لها خرج BCD تصاعدية مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74196 , 74176 , 7490 , 74290

ب – عدادات لها خرج ثنائى مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74197 , 74177 , 7493 , 74293

٢ – عدادات متزامنة تعمل عند الحافة الصاعدة لنبضات الساعة ، وتنقسم بدورها إلى :

أ – عدادات لها خرج BCD تصاعدية مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74162 , 74160

ب – عدادات لها خرج BCD تصاعدية / تنازلية مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74190 , 74192

جـ – عدادات لها خرج ثنائى بأربعة مخارج ثنائية مثل الدوائر المتكاملة التالية :

74163 , 74161 , 74191 , 74193

د – عدادات لها خرج ثنائى بستة مخارج ثنائية مثل الدائرة المتكاملة 7497

ويمكن تقسيم الدوائر المتكاملة للعدادات عائلة CMOS سلسلة ..CD 40 إلى :

أ – عدادات عشرية مثل الدائرة المتكاملة CD 4017 A

ب – عدادات ثنائية بسبعة مخارج ثنائية CD 4024 A

جـ – عدادات ثنائية باثنى عشر مخرجاً ثنائياً CD 4040 A

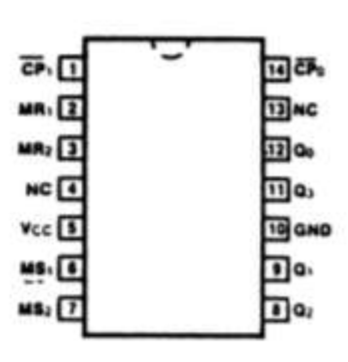
ء – عدادات ثنائية بأربعة عشر مخرجاً ثنائياً مع مذبذب CD 4060 A

هـ – عدادات ثنائية بواحد وعشرين مخرجاً ثنائياً مع مذبذب CD 4045

وسوف نتناول فى هذه الفقرة أكثر هذه الأنواع استخداماً .

أولاً : العداد العشرى المكود ثنائياً ، 7490 :

الشكل (١ – ٤٥) يعرض مسقطاً أفقياً لهذا العداد (أ) والرمز المنطقى (ب) وجدول الحقيقة (جـ) وجدول اختيار الوظيفة (د) .



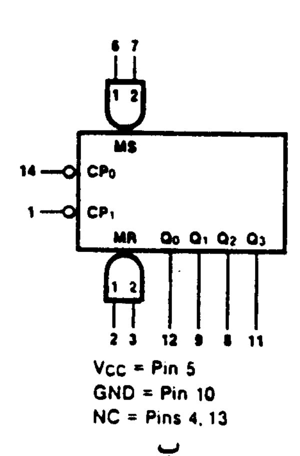
أ

BCD COUNT SEQUENCE

COUNT	OUTPUTS			
	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H

NOTE: Output Q_0 is connected to Input $\overline{CP_1}$ for BCD count.

جـ



ب

MODE SELECTION

RESET/SET INPUTS				OUTPUTS			
MR_1	MR_2	MS_1	MS_2	Q_0	Q_1	Q_3	Q_3
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
L	X	L	X	Count			
X	L	X	L	Count			
L	X	X	L	Count			
X	L	L	X	Count			

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial

د

الشكل (١ – ٤٥)

التعريف بأرجل العداد :

مخارج العداد Q_0 - Q_3

حيث إن : $Q_0 = 2^0, Q_1 = 2^1, Q_2 = 2^2, Q_3 = 2^3$

مدخلان للتحرير MR_1 , MR_2

مدخلان للتحميل MS_1 , MS_2

مداخل النبضات CP_O , CP_1

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 7490 :

تحتوى الدائرة المتكاملة 7490 على عدادين: **الأول** بمخرج واحد Q_0 وله مدخل للتحرير MR_1 ، ومدخل للتحميل MS_1 ، ومدخل للنبضات CP_0 . **والثاني** بثلاثة مخارج $Q_1 , Q_2 ,$ Q_3 ، ومدخل للتحرير MR_2 ، ومدخل للتحميل MS_2 ومدخل للنبضات CP_1، وحتى يعمل العداد كعداد BCD بأربعة مخارج يتم توصيل مخرج العداد الأول Q_0 مع مدخل نبضات العداد الثنائى CP_1 .

وهناك عدة حالات لتشغيل هذا العداد موضحة ، بجدول اختيار الوظيفة وهى :

١ - عندما تكون حالة MR_1 , MR_2 عالية ، وحالة أحد المدخلين MS_1 , MS_2 منخفضة فإن جميع مخارج العداد تصبح منخفضة .

٢ - عندما يكون حالة MS_1 , MS_2 عالية، فإن حالة مخارج العداد تصبح عالية بغض النظر عن حالة المداخل MR_1 , MR_2 .

٣ - عندما تكون حالة أحد المدخلين MR_1 , MR_2 على الأقل منخفضة وحالة أحد المدخلين MS_1 , MS_2 على الأقل منخفضة يعمل العداد كعداد BCD عند الحافة الهابطة لنبضات الساعة التى تدخل على مدخل النبضات CP_0 ، حيث يبدأ العد من 0 وصولاً إلى 9 ثم تتكرر دورة العد من جديد، ويمكن معرفة حالة المخارج $Q_0 - Q_3$ عند أى نبضة من جدول الحقيقة .

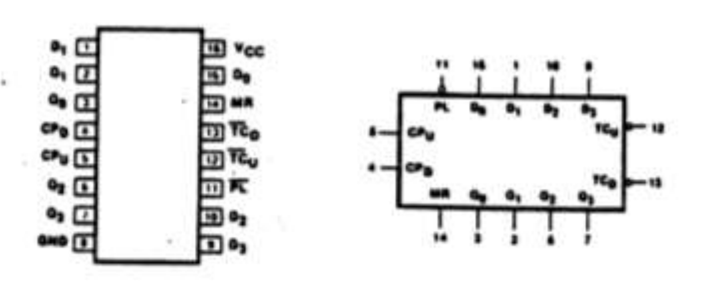
ثانياً : العداد العشرى المكود ثنائيا BCD التصاعدى / التنازلى 74192 :

الشكل (١ - ٤٦) يعرض مسقطاً أفقياً لهذا العداد (أ) والرمز المنطقى للعداد (ب) وجدول الوظيفة (جـ) .

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

مدخل نبضات الساعة للعد التصاعدى (فعال عند الحافة الصاعدة)	CP_u
مدخل نبضات الساعة للعد التنازلى (فعال عند الحافة الصاعدة)	CP_D
مدخل التحرير (يكون فعالاً عندما يكون عالياً)	MR

$\overline{PL}$	مدخل تحميل بيانات على التوازى (فعال عندما يكون منخفضاً)
P_0 - P_3	مداخل بيانات على التوازى
Q_0 - Q_3	مخارج العداد
$\overline{TC}_D$	خرج الاقتراض (منخفض عندما يكون فعالاً)
$\overline{TC}_u$	خرج الباقى (منخفض عندما يكون فعالاً)



OPERATING MODE	INPUTS								OUTPUTS					
	MR	$\overline{PL}$	CP_U	CP_D	D_0	D_1	D_2	D_3	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	$\overline{TC}_U$	$\overline{TC}_D$
Reset (clear)	H	X	X	L	X	X	X	X	L	L	L	L	H	L
	H	X	X	H	X	X	X	X	L	L	L	L	H	H
Parallel load	L	L	X	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L
	L	L	X	H	L	L	L	L	L	L	L	L	H	H
	L	L	L	X	H	X	X	H	$Q_n = D_n$				L	H
	L	L	H	X	H	X	X	H	$Q_n = D_n$				H	H
Count up	L	H	↑	H	X	X	X	X	Count up				H(a)	H
Count down	L	H	H	↑	X	X	X	X	Count down				H	H(b)

H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level
X = Don't care
↑ = LOW-to-HIGH clock transition
NOTES:
a. $\overline{TC}_U = CP_U$ at terminal count up (HLLH).
b. $\overline{TC}_D = CP_D$ at terminal count down (LLLL).

الشكل (١ – ٤٦)

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74192:

١ - يتم تحرير مخارج العداد الأربعة Q_0 - Q_3 (أى إعادتهم للحالة المنخفضة) إذا كانت حالة مدخل التحرير MR مرتفعة وتنتقل حالة CP_D للمخرج $\overline{TC}_D$.

٢ - يتم نقل حالة المداخل المتوازية D_0 - D_3 للمخارج المقابلة Q_0 - Q_3 عندما تكون حالة كل من $\overline{PL}$, MR منخفضة وتنتقل حالة CP_D إلى $\overline{TC}_D$ إذا كانت حالة المداخل المتوازية D_0 - D_3 منخفضة ، وتنتقل حالة CP_U إلى $\overline{TC}_D$ إذا كانت حالة بعض أو كل المداخل المتوازية عالية .

٣ - يعمل العداد تصاعدياً إذا كانت حالة MR منخفضة وحالة CP_D, $\overline{PL}$ عالياً ، وذلك عند الحافة الصاعدة لنبضات الساعة التى تدخل من المدخل CP_U وتبدأ دورة العد من LLLL وصولا إلى HLLH فى هذه الحالة تنتقل حالة المخرج $\overline{TC}_U$ من مرتفع لمنخفض ، وتبدأ دورة العد من جديد ، فتعود حالة $\overline{TC}_U$ مرتفعة كما كانت .

٤ - يعمل العداد تنازلياً إذا كانت حالة MR منخفضة ، وحالة $\overline{PL}$, CP_U مرتفعة وذلك عند الحافة الصاعدة لنبضات الساعة التى تدخل من المدخل CP_U وتبدأ دورة العد من HLLH وصولاً إلى LLLL فى هذه الحالة تنتقل حالة المخرج $\overline{TC}_D$.

من مرتفع لمنخفض ، وتبدأ دورة العد من جديد فتعود حالة $\overline{TC}_D$ مرتفعة كما كانت .

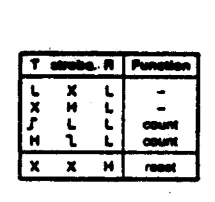
ثالثاً : العداد العشري CD 4017 A :

الشكل (١ - ٤٧) يعرض المسقط الأفقى لهذه الدائرة المتكاملة ، وجدول الحقيقة .

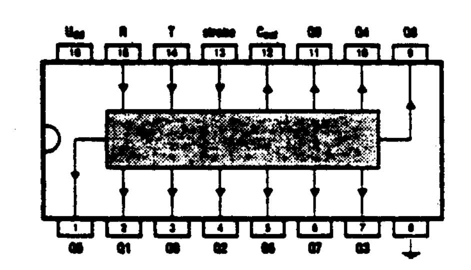
التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

مخارج العداد العشرى	Q_0 - Q_9
مدخل التحرير	R
مدخل الإمساك	Strobe

مخرج الباقى	Cout
مدخل النبضات	T



T	strobe	R	Function
L	X	L	–
X	H	L	–
↑	L	L	count
H	↓	L	count
X	X	H	reset



الشكل (١ – ٤٧)

نظرية تشغيل العداد :

١ – عندما تكون حالة مدخل التحرير R منخفضة (L) وحالة مدخل الإمساك Strobe منخفضة يقوم العداد بعد النبضات التى تدخل للمدخل T عند الحافة الصاعدة . فعند دخول النبضة الأولى يكون حالة Q_0 عالية ، وباقى المخارج منخفضة . وعند دخول النبضة الثانية ، تصبح حالة Q_1 فقط عالية . وعند وصول النبضة الثالثة تصبح حالة Q_2 فقط عالية وهكذا وصولاً للنبضة العاشرة يصبح حالة Q_9 فقط عالية وعند وصول النبضة الحادية عشر يصبح حالة Q_0 فقط عالية وتتكرر دورة التشغيل .

٢ – عندما تكون حالة مدخل التحرير R منخفضة ، وحالة مدخل النبضات T عالية يقوم العداد بعد النبضات التى تدخل على مدخل الإمساك عند الحافة الهابطة .

٣ – يقوم العداد بتثبت حالة مخارجه عند وصول إشارة عالية لمدخل الإمساك Strobe وعندما تكون حالة مدخل التحرير R منخفضة بغض النظر عن حالة باقى المداخل .

٤ – يقوم العداد بتحرير مخارجه ، أى تعود جميع مخارجه للحالة المنخفضة عندما تكون حالة مدخل التحرير R عالية .

رابعاً : العداد الثنائى ذو الأربعة عشر مخرجاً والمذبذب CD 4060

الشكل (١ – ٤٨) يعرض المسقط الأفقى وجدول الوظيفة لهذه الدائرة المتكاملة .

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

مخارج العداد الثنائية

$(Q_4 - Q_{14})$

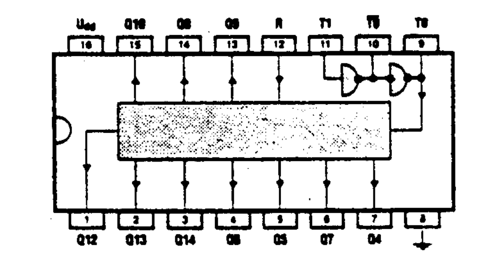
أطراف المذبذب

T_o , $\overline{T_o}$, T_1

نظرية عمل العداد :

لتشغيل العداد

T	R	Function
X	H	reset
H	L	-
L	L	-
˥	L	count



الشكل (١ – ٤٨)

يجب أن توصل مقاومة R بالرجل T_o ويوصل مكثف C بالرجل T_1 ويوصل الطرف الثانى لكل من المكثف والمقاومة معا بالرجل T_o .

ويكون تردد المذبذب مساوياً

$$F = \frac{1}{2.2\,RC} \rightarrow \quad 1.11$$

وعندما تكون حالة المدخل R منخفضة يقوم العداد بعد نبضات المذبذب ، وإخراج العدد الثنائى المكافىء لعدد النبضات على مخارج العداد ، علماً بأن رتبة كل مخرج تكافىء رقمه، فرتبة المخرج Q_4 هو 2^4 والمخرج Q_5 هو 2^5 وهكذا .

فبعد 2^5 نبضة يصبح حالة المخرج Q_5 عالية ، وبعد 2^{14} نبضة تصبح حالة المخرج Q_{14} عالية وهكذا .

وعندما تصبح حالة المدخل R عالية يحدث تحرير لجميع مخارج العداد ، وتعود حالتها منخفضة . وعادة تستخدم هذه الدائرة المتكاملة كموقت زمنى .

فمثلاً : إذا كانت قيمة المقاومة $R_1 = 67\ k\ \Omega$ والمكثف $C = 1\mu F$ فإن تردد المذبذب يساوى :

$$F = \frac{1000}{2.2X67X1} = 6.8\ Hz$$

أى أن زمن النبضة يساوى :

$$T = \frac{1}{F} = 0.147\ SEC$$

وبالتالى تصبح حالة المخرج Q_{14} عالية بعد زمن مقداره يساوى

$$T = 2^{14} \times 0.147 = 2408\ SEC$$

$$= 40\ min$$

١ / ٨ - مسجلات الإزاحة Shift Registers :

يقوم مسجل الإزاحة بتخزين رقم ثنائى ثم إزاحته يميناً أو يساراً عندما يقتضى الأمر ذلك.

ويتكون مسجل الإزاحة من عدة قلابات حيث يخصص قلاب لكل خانة (Bit) من الرقم الثنائى ، ويمكن إدخال الرقم الثنائى للمسجل أو إخراجه منه بشكل متتال أى خانة بعد خانة أو بشكل متواز أى كل الخانات معاً .

ويوجد عدة أنواع من مسجلات الإزاحة مثل :

١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل والخرج المتوالى SISO .

٢ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوالى والخرج المتوازى SIPO .

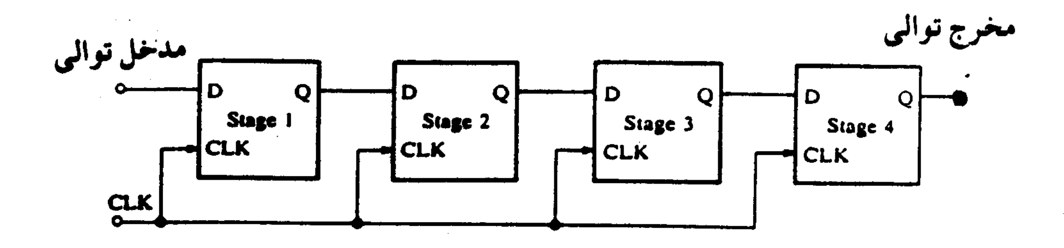
٣ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوازى والخرج المتوالى PISO .

٤ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل والخرج المتوازى PIPO .

وسوف نتناول هذه الأنواع بالتفصيل فى الفقرات القادمة .

١/٨/١ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل والخرج المتوالي SISO:

الشكل (١ - ٤٩) يعرض مسجل إزاحة SISO يتكون من أربعة قلابات D .



الشكل (١-٤٩)

حيث تدخل البيانات من مدخل القلاب الأول ، وتخرج من مخرج القلاب الرابع ومع كل نبضة تتحرك البيانات من اليسار إلى اليمين ، ويتميز هذا المسجل بأن أول Bit يدخل هو أول Bit يخرج .

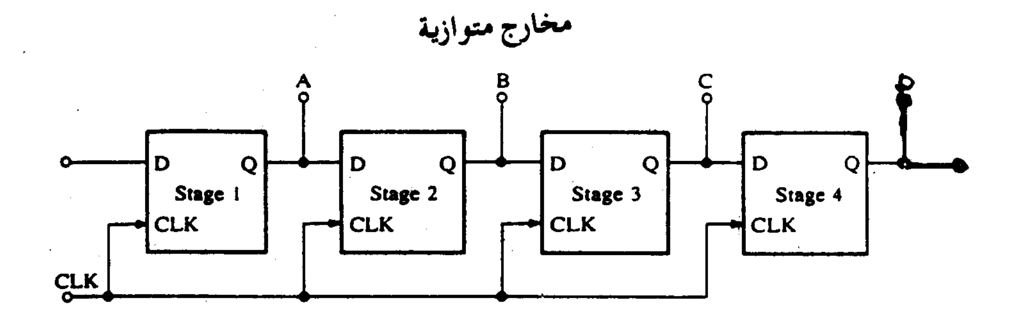
فلتخزين عدد يتكون من أربع خانات مثل 1110 نحتاج لأربع نبضات ساعة تدخل على خط CLK ، فينتقل هذا العدد الثنائى 1110 من مدخل التوالى serial in ؛ ليخزن فى القلابات الأربعة ، ويصبح خرج القلاب 4 هو (o) ومخرج القلاب 3 هو 1 ومخرج القلاب 2 هو 1 ومخرج القلاب 1 هو 1 .

ويحتاج هذا العدد لثلاث نبضات أخرى تصل لمسار نبضات الساعة CLK حتى يخرج هذا العدد من مخرج التوالى serial out خانة تلو الاخرى اى ان العدد الكلى اللازم لنقل اى عدد ثنائى من مدخل التوالى إلى مخرج التوالى يكافىء (n + 3) حيث n هو عدد خانات العدد الثنائى .

وعادة تستخدم مسجلات SISO فى التاخير الزمنى حيث يتم تاخير البيانات الخارجة عن البيانات الداخلة فترة زمنية T (n + 3) حيث إن T هو زمن النبضة الواحدة لنبضات الساعة .

١/٨/ ٢ – مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوالي والخرج المتوازي SIPO :

الشكل (١ – ٥٠) يعرض مسجل إزاحة SIPO يتكون من اربعة قلابات D .



الشكل (١ - ٥٠)

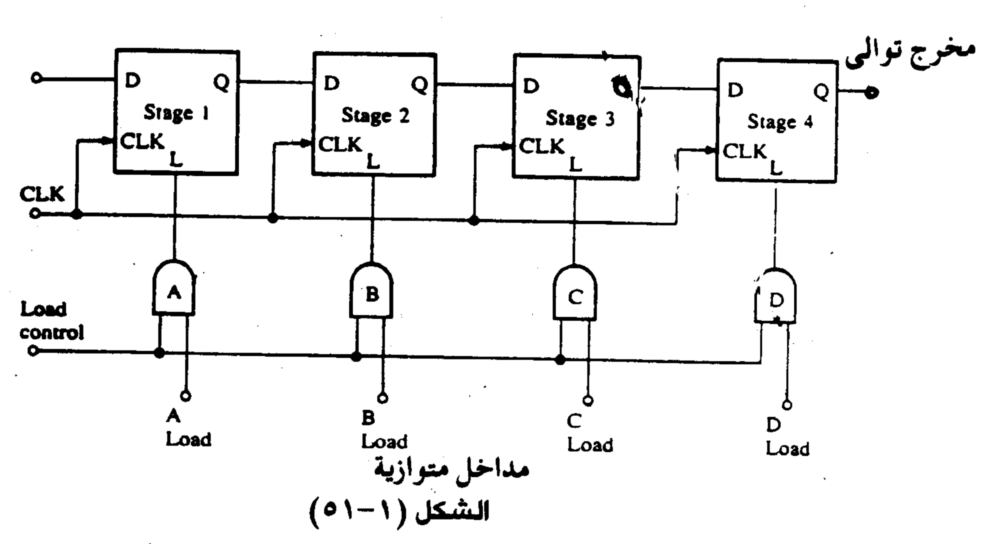
حيث تدخل البيانات من مدخل التوالى serial in ، وتخرج من مخارج التوازى A - D ويحتاج العدد الثنائى المؤلف من أربع خانات ، أربع نبضات ، حتى يخرج على مخارج المسجل A - D .

فمثلا : عند دخول العدد الثنائى 1011 لمدخل التوالى وبعد أربع نبضات فإن :

D = 1 ,　　C = 1 ,　　B = 0 ,　　A = 1

١/٨/ ٣ - مسجلات الإزاحة ذات الدخل المتوازي والخرج المتوالي PISO :

الشكل (١ - ٥١) يعرض مسجل إزاحة PISO يتكون من أربع قلابات D .



الشكل (١-٥١)

ويلاحظ أن لهذا المسجل أربعة مداخل A, B, C, D ومخرجاً واحداً متوالياً Serial out

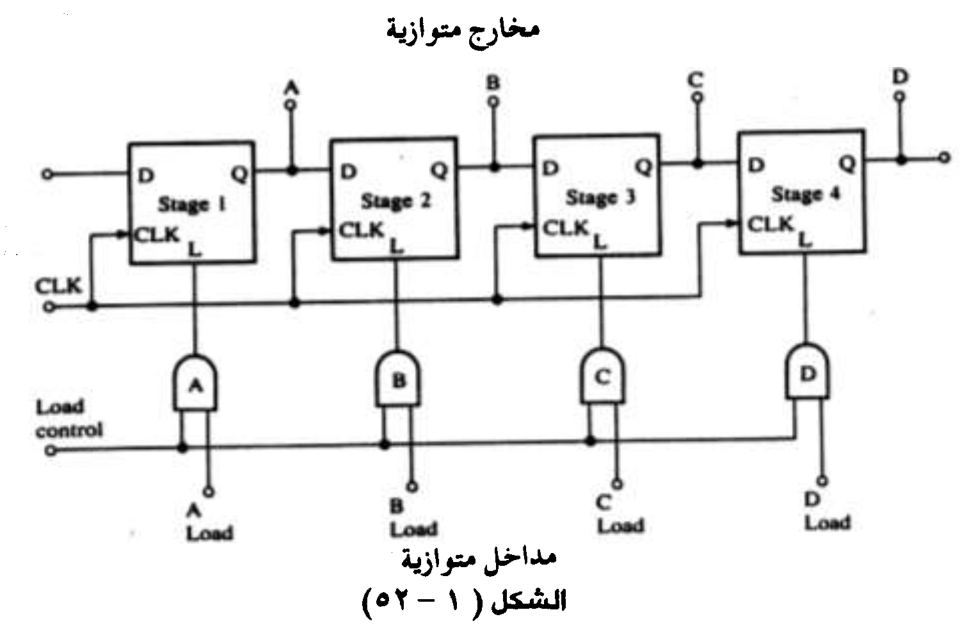
ويوجد طرف لتحميل المسجل Load control فعندما تكون حالة طرف Load control عالية فإن الكلمة التى تدخل على مداخل التوازى A - D سوف تخرج من مخرج التوالى Serial out بعد أربع نبضات .

فمثلاً عند دخول العدد الثنائى 1011 على مداخل التوازى A - D وعندما يكون حالة طرف Load control عالية فبمجرد وصول النبضة الأولى لمدخل النبضات يصبح خرج القلاب الرابع 1 والثالث 1 والثانى o والأول 1 .

وبعد وصول ثلاث نبضات أخرى لمدخل النبضات يكون هذا العدد قد خرج الخانة تلو الأخرى من مخرج التوالى .

١/٨/ ٤ – مسجلات الإزاحة ذات الدخل والخرج المتوازي PIPO :

الشكل (١ – ٥٢) يعرض مسجل إزاحة **PIPO** يتكون من أربعة قلابات D .



الشكل (١ – ٥٢)

ويلاحظ أن لهذا المسجل أربعة مداخل متوازية A - D وأربعة مخارج متوازية A - D ، ويحتاج العدد الثنائى المؤلف من أربع خانات نبضة واحدة ليخرج على مخارج المسجل .

والجدير بالذكر أن معظم مسجلات الإزاحة المتوفرة فى الأسواق تكون عامة بمعنى أنها

يمكن أن تعمل كمسجل SISO أو SIPO أو PISO أو PIPO .

وهذا سيتضح من دراسة الدوائر المتكاملة للمسجلات .

٥/٨/١ - الدوائر المتكاملة للمسجلات :

يوجد العديد من الدوائر المتكاملة TTL للمسجلات والجدول (١ - ٥) يعرض ستة أنواع مختلفة من هذه الدوائر المتكاملة وخواصها .

الجدول (١ - ٥)

بإمكانية تحرير	بإمكانية إمساك	بإمكانية تحميل	اتجاه الإزاحة	عدد الخانات	عدد الأرجل	الوظيفة	الطراز
نعم	نعم	نعم	يمين / يسار	4	16	PIPO	74194
نعم	لا	نعم	يمين	4	16	PIPO	74195
نعم	نعم	نعم	يمين	8	16	PIPO	74165
نعم	نعم	نعم	يمين	8	14	SIPO	74164
لا	لا	نعم	يمين	4	14	PIPO	7495
نعم	لا	نعم	يمين	4	14	SISO	7474

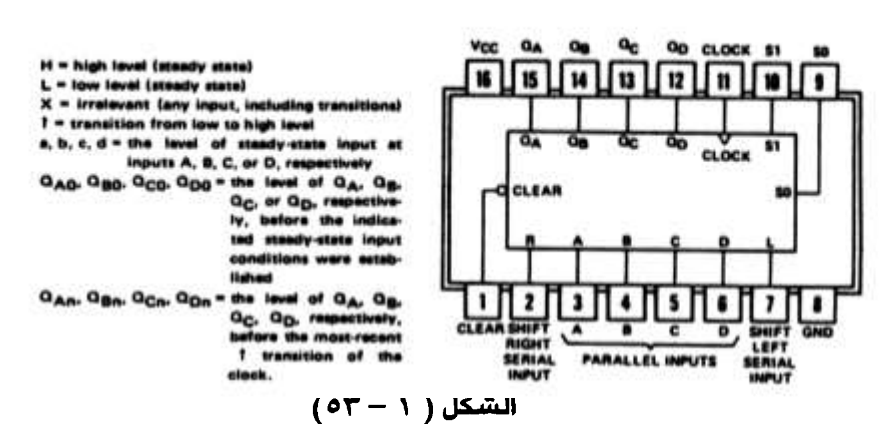
وسوف نتناول بالتفصيل بعض هذه الدوائر المتكاملة فى هذه الفقرة .

أولاً : الدائرة المتكاملة 74194 :

الشكل (١ – ٥٣) يعرض المسقط الأفقى وجدول الوظيفة لهذه الدائرة المتكاملة .

FUNCTION TABLE

INPUTS										OUTPUTS			
CLEAR	MODE		CLOCK	SERIAL		PARALLEL				Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
	S_1	S_0		LEFT	RIGHT	A	B	C	D				
L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L
H	X	X	L	X	X	X	X	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	Q_{C0}	Q_{D0}
H	H	H	↑	X	X	a	b	c	d	a	b	c	d
H	L	H	↑	X	H	X	X	X	X	H	Q_{An}	Q_{Bn}	Q_{Cn}
H	L	H	↑	X	L	X	X	X	X	L	Q_{An}	Q_{Bn}	Q_{Cn}
H	H	L	↑	H	X	X	X	X	X	Q_{Bn}	Q_{Cn}	Q_{Dn}	H
H	H	L	↑	L	X	X	X	X	X	Q_{Bn}	Q_{Cn}	Q_{Dn}	L
H	L	L	X	X	X	X	X	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	Q_{C0}	Q_{D0}



الشكل (١ – ٥٣)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

مداخل تحديد الوظيفة	S_0 , S_1
مداخل البيانات المتوازية	A, B, C, D
مدخل التوالى للبيانات للإزاحة يميناً	Shift Right Serial Input
مدخل التوالى للبيانات للإزاحة يساراً	Shift Left Serial Input
مدخل نبضات الساعة ويكون فعالاً عند الحافة الصاعدة	Clock
مدخل التحرير ويكون فعالاً عندما يكون منخفضاً	Clear
المخارج المتوازية	Q_A - Q_D

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74194 :

١ – عندما يكون حالة مدخل التحرير CLEAR منخفضـة تتحرر جميع المخارج المتوازية

$Q_A - Q_C$ أى تصبح حالتها منخفضة .

٢ – عندما تكون حالة مدخل نبضات الساعة CLOCK منخفضة أو حالة مدخل التحرير عالية CLEAR يحدث إمساك لحالة المخارج $Q_A - Q_D$ وأيضاً عندما تكون حالة مداخل الوظيفة S_1 , S_0 منخفضة ، وحالة مدخل التحرير **CLEAR** عالية يحدث إمساك لحالة المخارج $Q_A - Q_D$

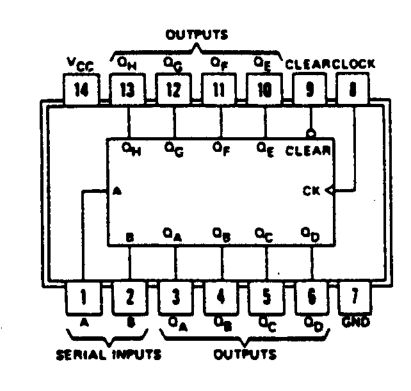
٣ – عندما تكون حالة S_0 , S_1 , CLEAR عالية تنتقل محتويات المداخل المتوازية A - D إلى المخارج المتوازية المقابلة $Q_A - Q_D$ عند الحافة الصاعدة لأول نبضة تدخل من مدخل النبضات CLOCK ، وتسمى هذه العملية بالتحميل .

٤ – عندما تكون حالة S_0 عالية وحالة S_1 منخفضة تنتقل محتويات مدخل التوالى للإزاحة جهة اليمين SERIAL / RIGHT للمخرج Q_A مع إزاحة محتويات $Q_A - Q_D$ إزاحة جهة اليمين .

٥ – عند تكون حالة S_0 منخفضة وحالة S_1 عالية تنتقل محتويات مدخل التوالى للإزاحة جهة اليسار SERIAL / LEFT للمخرج Q_D مع إزاحة محتويات $Q_A - Q_D$ إزاحة جهة اليسار .

ثانياً : الدائرة المتكاملة 74164 :

الشكل (١ – ٥٤) يعرض المسقط الأفقى وجدول الوظيفة لهذه الدائرة المتكاملة .



FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS		
CLEAR	CLOCK	A	B	Q_A	Q_B ...	Q_H
L	X	X	X	L	L	L
H	L	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	Q_{H0}
H	↑	H	H	H	Q_{An}	Q_{Gn}
H	↑	L	X	L	Q_{An}	Q_{Gn}
H	↑	X	L	L	Q_{An}	Q_{Gn}

H = high level (steady state), L = low level (steady state)
X = irrelevant (any input, including transitions)
↑ = transition from low to high level.
Q_{A0}, Q_{B0}, Q_{H0} = the level of Q_A, Q_B, or Q_H, respectively, before the indicated steady-state input conditions were established.
Q_{An}, Q_{Gn} = the level of Q_A or Q_G before the most-recent ↑ transition of the clock; indicates a one-bit shift.

الشكل (١ – ٥٤)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 74164 :

المداخل المتوالية	A, B
مدخل نبضات الساعة (فعال عند الحافة الصاعدة)	CLOCK
مدخل التحرير (فعال عندما يكون منخفضاً)	CLEAR
المخارج المتوازية	Q_A - Q_H

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74164 :

١ - عندما تكون حالة CLEAR منخفضة تتحرر المخارج المتوازية Q_A - Q_H أى تعود حالتها لتصبح منخفضة .

٢ - عندما تكون حالة CLOCK منخفضة وحالة CLEAR عالية يحدث إمساك لحالة المخارج

٣ - عندما تكون حالة مدخل التحرير CLEAR مرتفعة وحالة أحد مدخلى التوالى A, B على الأقل منخفضة ، يحدث إزاحة لمحتويات المخارج جهة اليمين مع جعل حالة Q_A منخفضة .

٤ - عندما تكون حالة مدخل التحرير CLEAR مرتفعة وحالة مدخلى التوالى A , B مرتفعة يحدث إزاحة لمحتويات المخارج جهة اليمين مع جعل حالة Q_A مرتفعة .

٩/١ - المشفرات Encoders :

تقوم المشفرات بتحويل الإشارات القادمة من لوحة المفاتيح Keyboard إلى إشارات ثنائية وهناك ثلاثة أنواع من المشفرات :

١ - مشفرات ثمانية Octal Encoders .

٢ - مشفرات عشرية Decimal Encoders

٣ - مشفرات سداسية عشر Hexadecimal Encoders

والشكل (١ - ٥٥) يوضح فكرة عمل الأنواع الثلاثة من المشفرات . ففى الشكل (أ) مشفر ثمانى وله ثمانية مداخل 7 : 0 متصلة مع ثمانية مفاتيح S_7 : S_0 وله ثلاثة مخارج A, B, C، فعند الضغط على المفتاح S_5 مثلاً تصل إشارة عالية للمدخل 5 ، فيقوم المشفر بتحويل

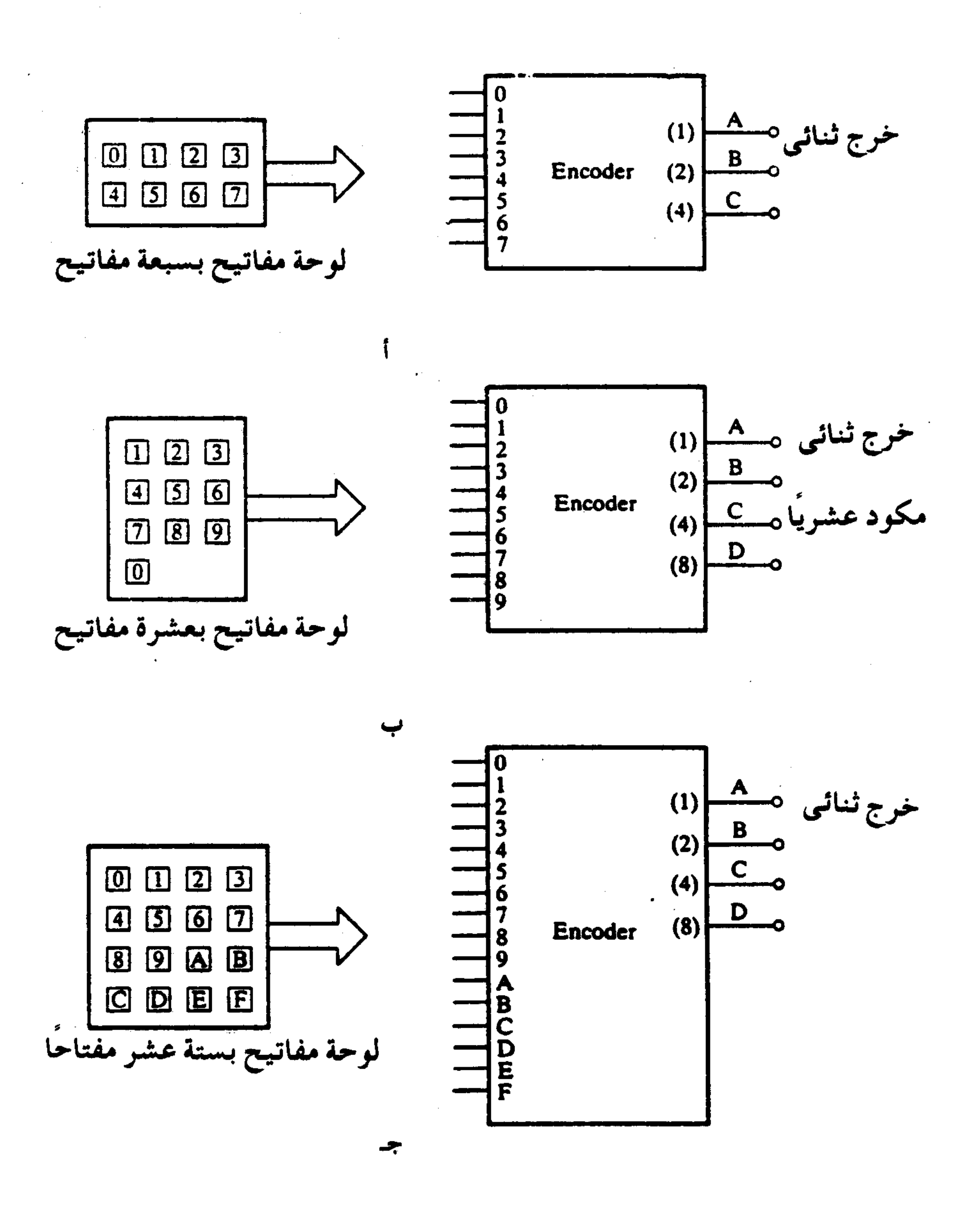
العدد 5 لمكافئه الثنائي فيكون 101 ، أى تصبح حالة B = 0 , A = 1 , C = 1 .

وفى الشكل (ب) مشفر عشرى له عشرة مداخل 9 : 0 متصلة بعشرة مفاتيح $S_0 : S_9$ وله أربعة مخارج A, B, C, D فعند الضغط على المفتاح S_8 مثلاً تصل إشارة عالية للمدخل 8 فيقوم المشفر بتحويل العدد 8 لمكافئه الثنائى فيكون 0001 أى تصبح حالة

A = 0 , B = 0 , C = 0 , D = 1

وفى الشكل (جـ) مشفر سداسى عشر وله ستة عشر مدخلاً F : 0 متصلة مع ستة عشر مفتاحاً $S_F : S_O$ ، وللمشفر أربعة مخارج وهى : A - D . وعند الضغط على الضاغط S_E مثلاً تصل إشارة عالية للمدخل E ، ويقوم المشفر بتحويل العدد السداسى عشر E لمكافئه الثنائى ، والذى يساوى 0111 وتصبح حالة

A = 0 , B = 1 , C = 1 , D = 1



الشكل (١ – ٥٥)

١ /٩/١ – الدوائر المتكاملة للمشفرات :

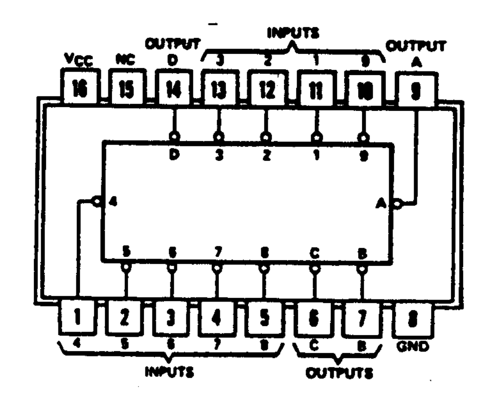
سنتناول فى هذه الفقرة الدائرة المتكاملة 74147 ، والتى تعمل كمشفر عشرى كمثال للدوائر المتكاملة للمشفرات .

والشكل (١ – ٥٦) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 74147 وكذلك جدول الوظيفة الخاص بها .

SN54147, SN74147
FUNCTION TABLE

INPUTS									OUTPUTS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = high logic level, L = low logic level, X = irrelevant



الشكل (١ – ٥٦)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 74147 :

مخارج المشفر (منخفضة عندما تكون فعالة)	A - D
مداخل المشفر (فعالة عندما تكون منخفضة)	1 - 9

نظرية تشغيل الدائرة المتكاملة 74147 :

نظراً لأن جميع مداخل ومخارج هذه الدائرة المتكاملة معكوسة ، لذلك فإن محتويات جدول الوظيفة هو عكس ما استعرضناه سالفاً عن المشفرات العشرية ، ويلاحظ غياب المدخل 0 مع ملاحظة أنه فى حالة عدم وجود أى مدخل فعال (حالته منخفضة) هذا يعنى أن خرج المشفر يكون معكوس الصفر .

والشكل (١ – ٥٧) يبين طريقة استخدام الدائرة المتكاملة 74147 كمشفر عشرى .

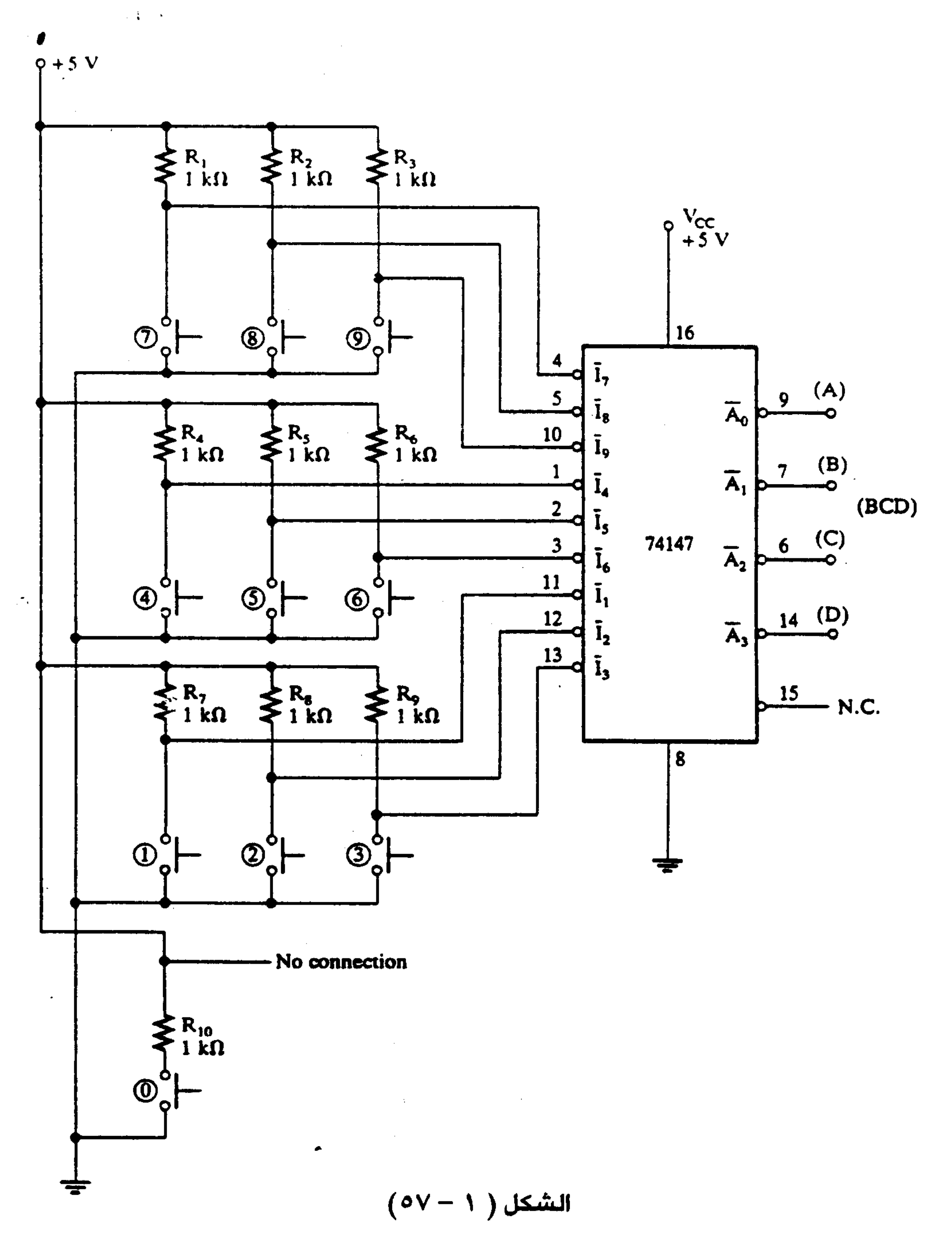
حيث إن :

I_1 - I_9 هى المداخل المعكوسة للمشفر العشرى ، وكذلك فإن A_3 - A_0 هى المخارج المعكوسة للمشفر العشرى .

فعند الضغط على الضاغط 7 مثلاً فإن حالة مخارج المشفر العشرى سيكون كالآتى :

A = L   B = L   C = L   D = L

وهذا موضح من جدول الوظيفة الخاص بهذا المشفر والمبين بالشكل (١ – ٥٩) .



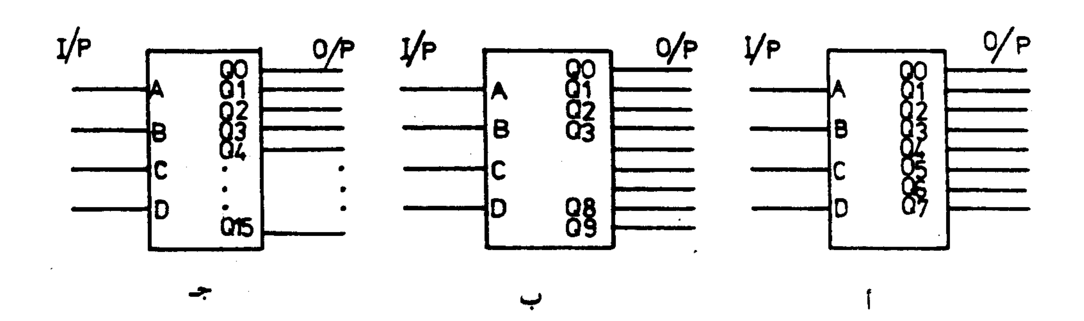
الشكل (١ - ٥٧)

١٠/١ - مفسرات الشفرة Decoders :

تنقسم مفسرات الشفرة Decoders إلى :

١ – موزعات Demultiplexer / Decoder

وهى تقوم بتحويل بيانات الدخل الثنائية إلى خرج ثمانى أو عشرى أو سداسى عشر كما هو مبين بالشكل (١ – ٥٨) .



الشكل (١ – ٥٨)

فالشكل (أ) لموزع فى خط من ثمانية . والشكل (ب) لموزع فى خط من عشرة ، والشكل (جـ) لموزع فى خط من ستة عشر .

فإذا كان حالة المداخل A, B, C لموزع في خط من ثمانية هى :

$$A = 0, \quad B = 1, \quad C = 1$$

والتى تكافىء العدد العشرى Z

$$Z = 0 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 2 \times 2^2 = 5$$

فإن حالة المخرج Q_5 تصبح مساوية 1 .

٢ – مشغلات وحدات العرض الرقيمة Display Decoders / Drivers :

وهى تقوم بتحويل العدد العشرى المكود ثنائيا BCD لشفرة تشغيل وحدة عرض رقمية بسبع شرائح 7 - Segment display ، ويكون عدد مخارج وحدة العرض الرقمية سبعة مخارج وهى : a , b, c, d, e, f, g .

ولمزيد من التفاصيل عن وحدات العرض الرقمية ذات السبع شرائح ارجع للفقرة (٢–٨–١).

وهناك نوعان من مشغلات وحدات العرض الرقمية – وهما :

أ – مشغلات وحدة عرض رقمية بمهبط مشترك Common Cathode .

ب – مشغلات وحدات عرض رقمية بمصعد مشترك Common Anode .

١/١٠/ ١ – الدوائر المتكاملة لمفسرات الشفرة Decoders :

١ – الدوائر المتكاملة للموزعات Demultiplexers :

توجد عدة دوائر متكاملة عائلة TTL سلسلة ...74 للموزعات مثل :

أ – موزعات فى خط من ثمانية مثل :

74259, 7445, 7442, 74138, 74145

ب – موزعات فى خط من عشرة مثل :

7445, 7442, 7443, 7444, 74145

جـ – موزعات فى خط من ستة عشر مثل : 74154

د– موزعات فى خط من أربعة مزدوجة مثل :

74139, 74$\bar{1}$55, $\bar{7}$4156

٢ – الدوائر المتكاملة لمشغلات وحدات العرض الرقمية مثل :

أ – مشغلات وحدات عرض رقمية ذات المخارج المعكوسة مثل :

7446, 7447, 74247, 74347, 7447

وهى تستخدم فى تشغيل وحدات العرض ذات المصعد المشترك .

ب – مشغلات وحدات عرض رقمية ذات المخارج الغير معكوسة مثل :

7448, 7449, 74248, 74279

وهى تستخدم فى تشغيل وحدات العرض الرقمية ذات المهبط المشترك .

والجدير بالذكر أنه توجد دائرة متكاملة تنتمى لعائلة CMOS سلسلة ...CD 40 لمشغل وحدة عرض رقمية تعمل كعداد عشرى بمخارج لوحدة عرض رقمية طراز CD 4033 .

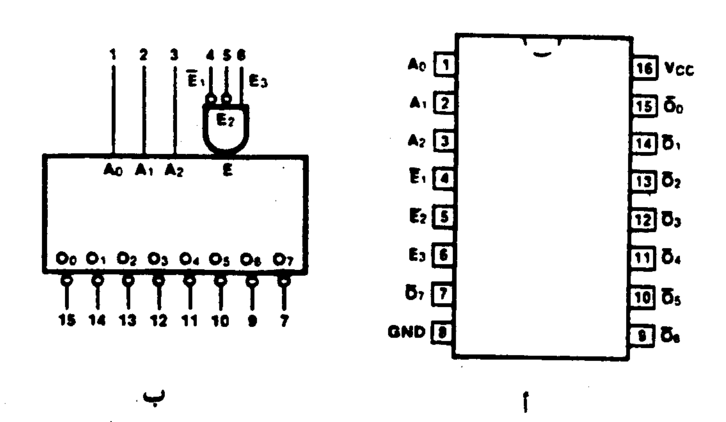
وسوف نتناول بعض الدوائر المتكاملة للموزعات ولمشغلات وحدات العرض الرقمية بالتفصيل للتوضيح.

أولاً : الدائرة المتكاملة لموزع في خط من ثمانية طراز 74138 :

الشكل (١ – ٥٩) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 74138 (أ) .
والرمز المنطقى (ب) وجدول الحقيقة (جـ)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

مداخل تمكين معكوسة (فعالة عندما تكون منخفضة)	$\overline{E}_1 , \overline{E}_2$
مدخل تمكين (فعال عندما تكون حالته عالية)	E_3
مداخل العنوان	$A_0 - A_2$
مخارج معكوسة (تكون حالتها منخفضة عندما تكون فعالة)	$\overline{Q}_0 - \overline{Q}_7$



TRUTH TABLE

INPUTS						OUTPUTS							
$\overline{E}_1$	$\overline{E}_2$	E_3	A_0	A_1	A_2	$\overline{O}_0$	$\overline{O}_1$	$\overline{O}_2$	$\overline{O}_3$	$\overline{O}_4$	$\overline{O}_5$	$\overline{O}_6$	$\overline{O}_7$
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	L	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial

جـ

الشكل (١ – ٥٩)

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74138 :

١ - عندما تكون حالة $\overline{E}_1$, $\overline{E}_2$ منخفضة وحالة E_3 عالية ، فإن حالة المخرج الذى عنوانه يكافىء العشرى لبيانات مداخل العنوان A_0 - A_2 يكون منخفضاً .

مثال :

عندما يكون $A_0 = H, A_1 = H, A_2 = L$ فهذا يعنى أن العدد العشرى المكافىء لهذا العنوان يساوى :

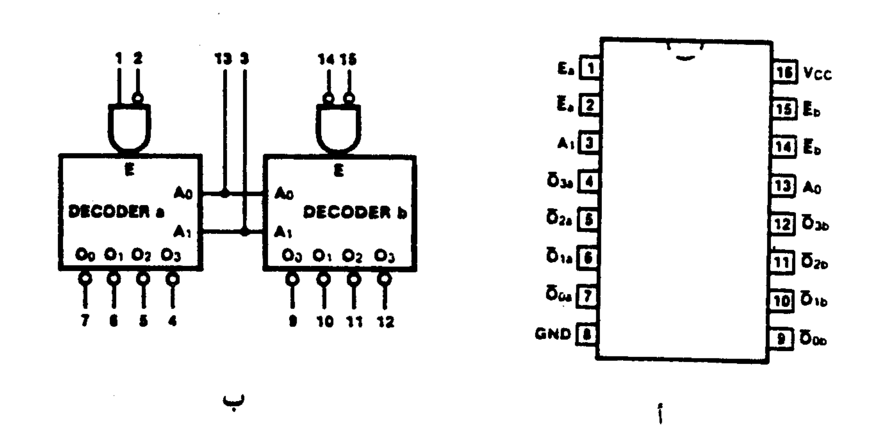
$$Z = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 0 \times 4 = 3$$

وبالتالى تصبح حالة المخرج $\overline{Q}_3$ منخفضة وباقى المخارج عالية .

٢ - إذا لم تكن حالة $\overline{E}_1$, $\overline{E}_2$ منخفضة وحالة E_3 عالية فإن حالة جميع المخارج تكون عالية بغض النظر عن حالة مداخل العنوان A_0 - A_2 .

ثانياً : الدائرة المتكاملة لموزع فى خط من أربعة مزدوج طراز 74155 :

الشكل (١ - ٦٠) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 74155 (أ) والرمز المنطقى (ب) وجدول الحقيقة (جـ) .



ب   أ

TRUTH TABLE

ADDRESS		ENABLE a		OUTPUT a				ENABLE b		OUTPUT b			
A_0	A_1	E_a	$\overline{E}_a$	$\overline{O}_0$	$\overline{O}_1$	$\overline{O}_2$	$\overline{O}_3$	$\overline{E}_b$	$\overline{E}_b$	$\overline{O}_0$	$\overline{O}_1$	$\overline{O}_2$	$\overline{O}_3$
X	X	L	X	H	H	H	H	H	X	H	H	H	H
X	X	X	H	H	H	H	H	X	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	L	L	L	H	H	H
H	L	H	L	H	L	H	H	L	L	H	L	H	H
L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	H	H	L	H
H	H	H	L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	L

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Immaterial

جـ

الشكل (١ – ٦٠)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 74155 :

مـداخل العـنوان A_0 ، A_1

مداخل تمكين (فعاله عندما تكون منخفضة) $\overline{E}_a$ - $\overline{E}_b$

مدخل تمكين (فعال عندما يكون عالياً) E_a

المخارج المعكوسة (فعالة عندما تكون منخفضة) $\overline{O}_0$ - $\overline{O}_3$

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 74155 :

١ – عندما تكون حالة Ea عالية وحالة $\overline{Ea}$ منخفضة فإن حالة المخرج التى تكافىء المكافىء العشرى لبيانات مداخل العنوان A_0 , A_1 تكون منخفضة ، وذلك للـ Decoder a فمثلاً إذا كان A_0 = H, A_1 = L فإن المكافىء العشرى للعنوان هو 1 ، وبالتالى تصبح حالة المخرج $\overline{O}_1$ منخفضة .

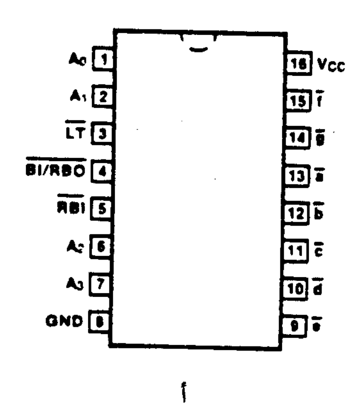
٢ – عندما تكون حالة $\overline{Eb}$, $\overline{Eb}$ منخفضة فإن حالة المخرج الذى يكافىء المكافىء العشرى لبيانات مداخل العنوان A_0 , A_1 تكون منخفضة وذلك بالنسبة للـ Decoder b.
فمثلاً : إذا كانت A_0 = L , A_1 = H ، فإن المكافىء العشرى لهذا العنوان هو 2 ، وبالتالى تصبح حالة المخرج $\overline{O}_2$ منخفضة .

٣ – عندما تكون حالة المداخل $\overline{Ea}$, $\overline{Eb}$ خلاف ما ذكر بالنقطة 1 تصبح حالة جميع مخارج Decoder a عالية .

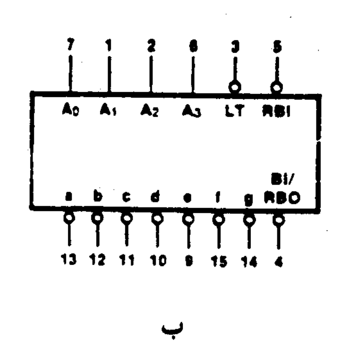
٤ – عندما تكون حالة المداخل $\overline{Eb}$, $\overline{Eb}$ خلاف ما ذكر بالنقطة 2 تصبح حالة جميع مخارج Decoder b عالية .

ثالثاً : الدائرة المتكاملة لمشغل وحدة العرض الرقمية طراز 7447 :

الشكل (١ – ٦١) المسقط الأفقى (أ) والرمز المنطقى (ب) وجدول الحقيقة (جـ) للدائرة المتكاملة 7447 .



أ



ب

TRUTH TABLE

DECIMAL OR FUNCTION	INPUTS							OUTPUTS							NOTE
	$\overline{LT}$	$\overline{RBI}$	A_3	A_2	A_1	A_0	$\overline{BI/RBO}$	$\overline{a}$	$\overline{b}$	$\overline{c}$	$\overline{d}$	$\overline{e}$	$\overline{f}$	$\overline{g}$	
0	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	1
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	1
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L	
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L	
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L	
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L	
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L	
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L	
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L	
13	H	X	H	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L	
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
$\overline{BI}$	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	2
$\overline{RBI}$	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	3
$\overline{LT}$	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L	4

NOTES:
(1) $\overline{BI/RBO}$ is wire-AND logic serving as blanking input ($\overline{BI}$) and/or ripple-blanking output ($\overline{RBO}$). The blanking out ($\overline{BI}$) must be open or held at a HIGH level when output functions 0 through 15 are desired, and ripple-blanking input ($\overline{RBI}$) must be open or at a HIGH level if blanking or a decimal 0 is not desired. X = input may be HIGH or LOW

(2) When a LOW level is applied to the blanking input (forced condition) all segment outputs go to a HIGH level regardless of the state of any other input condition

(3) When ripple-blanking input ($\overline{RBI}$) and inputs A_0, A_1, A_2 and A_3 are LOW level, with the lamp test input at HIGH level, all segment outputs go to a HIGH level and the ripple-blanking output ($\overline{RBO}$) goes to a LOW level (response condition).

(4) When the blanking input/ripple-blanking output ($\overline{BI/RBO}$) is open or held at a HIGH level, and a LOW level is applied to lamp test input, all segment outputs go to a LOW level

جـ

الشكل (١ – ٦١)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 7447 :

مداخل BCD	$A_0 - A_3$
مدخل الإطفاء المتموج	$\overline{RBI}$

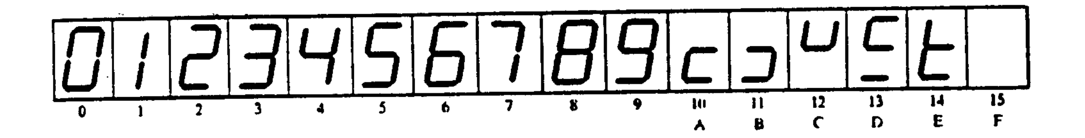
مدخل اختبار اللمبات (فعال عندما يكون منخفضاً) $\overline{LT}$

مدخل الإطفاء / مخرج الإطفاء المتموج (فعال عندما يكون منخفضاً) $\overline{BI} / \overline{RBO}$

المخارج التى توصل بوحدة العرض الرقمية (منخفضة عندما تكون فعالة) $\overline{a} - \overline{g}$

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 7447 :

١ - عندما تكون حالة $\overline{LT}, \overline{RBI}, \overline{BI}$ عالية فإن الدائرة المتكاملة ستقوم بتحويل أى عدد عشرى مكود ثنائيا BCD يدخل على المداخل $A_0 - A_3$ إلى ما يؤدى إلى ظهور العدد العشرى المكافىء على وحدة العرض السباعية Seven segment display عدا أنه إذا زاد العدد العشرى المكود ثنائياً عن 9 فإنه يظهر رمز معين مع كل رقم ، والشكل (١ - ٦٢) يوضح ذلك .



الشكل (١ - ٦٢)

٢ - يمكن إطفاء وحدة العرض الرقمية وذلك بالمحافظة على حالة $\overline{RBI}$ منخفضة وحالة $\overline{LT}$ عالية .

٣ - يمكن إضاءة جميع الشرائح السبعة لوحدة العرض الرقمية للاختبار ، وذلك بالمحافظة على حالة $\overline{LT}$ منخفضة .

٤ - يمكن التحكم فى شدة إضاءة وحدة العرض الرقمية بتغيير حالة المدخل $\overline{BI}$ بين منخفض وعالٍ بسرعة ، ومع تغير النسبة بين زمن بقاء الموجة المربعة عالياً إلى زمن بقاء الموجه المربعة منخفضاً تتغير شدة الإضاءة .

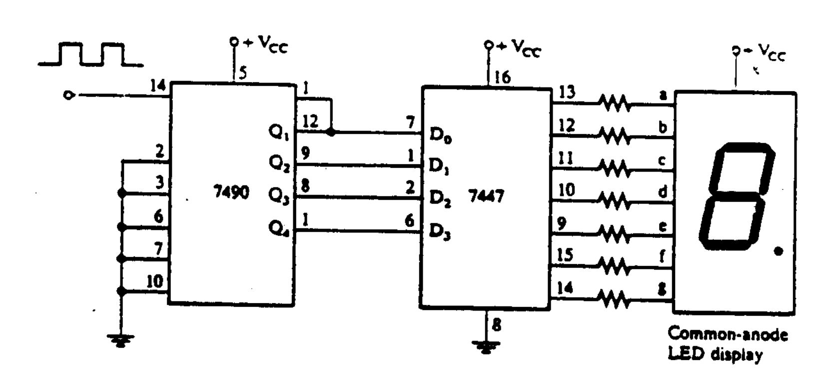
٥ - عندما تكون حالة جميع المداخل $A_0 - A_3$ منخفضة وحالة $\overline{LT}$ عالية وحالة $\overline{RBI}$ منخفضة يصبح حالة $\overline{a} - \overline{g}$ عالية، وتستخدم هذه الخاصية عند استخدام أكثر من

مشغل وحدة عرض لعرض عدد يتكون من أكثر من خانة مثل خانة للآحاد وأخرى للعشرات ، وأخرى للمئات، فعندما يكون العدد الخارج لوحدات العرض 012 مثلاً، فبهذه الخاصية يمكن منع ظهور الصفر الأيسر ويصبح العدد الظاهر هو 12 .

١/١٠/ ٢ - تطبيق عملى (عداد النبضات اللا مستقر من(9 - 0) :

الشكل (١ - ٦٣) يعرض دائرة بسيطة لعداد نبضات لا مستقر ، حيث يستخدم فيها عداد عشرى طراز 7490 والذى يتكون من عدادين أحدهما بمخرج واحد Q_1 والآخر بثلاثة مخارج Q_4 ، Q_3 ، Q_2 ، وحتى يعمل العداد كعداد رباعى (بأربعة مخارج) يتم إدخال النبضات على مدخل نبضات العداد الأول (الرجل 14) ، ويتم توصيل المخرج Q_1 (الرجل 12) بمدخل نبضات العداد الثانى (الرجل 1) .

ويتم توصيل الأرجل 10 ,7 ,6 ,2 ,1 بالأرضى وتوصيل الرجل 5 بالجهد Vcc وذلك لتهيئة العداد لعد النبضات الداخلة على مدخل نبضات العداد الأول (الرجل 14) .



الشكل (١ - ٦٣)

وعند وصول نبضات للمدخل 14 للعداد 7490 يقوم العداد بعد هذه النبضات ليخرج عدد هذه النبضات فى صورة ثنائية على مخارج العداد Q_1 - Q_4، ويقوم مشغل وحدة العرض الرقمية ذات المصعد المشترك (الدائرة المتكاملة 7447) بتحويل الشفرة الثنائية إلى شفرة وحدة العرض الرقمية ، والجدير بالذكر أن المخارج السبعة a - g لمشغل وحدة العرض الرقمية توصل بالمداخل السبعة a - g لوحدة العرض الرقمية من خلال مقاومة لتحديد التيار وعادة قيمة هذه المقاومة تساوى : 330Ω

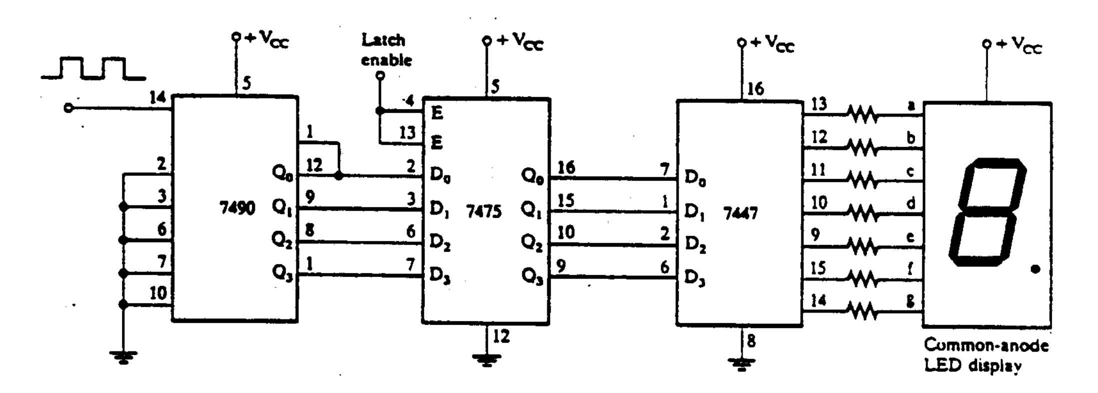
ويظهر فى وحدة العرض الرقمية الأرقام من 9 - 0 ، ولقد سمى هذا العداد بعداد نبضات لا مستقر ، لأن الرقم المعروض على وحدة العرض الرقمية يتغير كلما وصلت نبضة لمدخل العداد، فإذا وصلت نبضات متلاحقة للعداد فإن هذا الرقم سيتغير بسرعة وهذا يسبب مضايقة المشاهد .

١/١٠/ ٣ - تطبيق عملى (عداد النبضات المستقر من (9 - 0) :

الشكل (١ - ٦٤) يعرض دائرة بسيطة لعداد نبضات مستقر ، وهذه الدائرة لا تختلف عن دائرة عداد النبضات اللا مستقر إلا فى إضافة دائرة الإمساك 7475، والتى توضع بين الدائرة المتكاملة للعداد العشرى 7490، ودائرة مشغل وحدة الرقمية ذات المصعد المشترك 7447 .

والغرض من دائرة الإمساك هو منع حدوث تغير سريع فى الرقم المعروض على وحدة العرض الرقمية لمنع مضايقة المشاهد ، حيث تقوم دائرة الإمساك بتثبيت حالة مخارج إلى أن تصل نبضة عالية لمداخل التمكين Latch enable (الأرجل 4,13) فتنتقل الحالة اللحظية للمداخل D_0 - D_3 للمخارج Q_0 - Q_3 ويمكن استخدام دائرة مذبذب بطىء جداً للحصول على نبضات مداخل التمكين لدائرة الإمساك .

وبذلك فإن العدد المعروض على وحدة العرض الرقمية لن يتغير لحين وصول نبضة عالية من مذبذب التمكين إلى مداخل التمكين .



الشكل (١ - ٦٤)

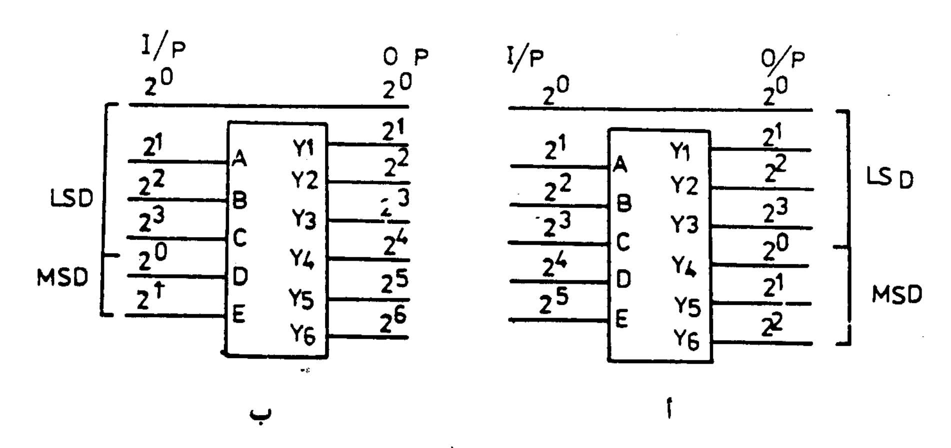
١١/١ – مغيرات الشفرة Code converters :

تنقسم مغيرات الشفرة إلى نوعين :

١ – مغيرات شفرة ثنائية إلى ثنائية مكودة عشرياً BCD .

٢ – مغيرات شفرة ثنائية مكودة عشرياً إلى ثنائية .

والشكل (١ – ٦٥) يعرض هذين النوعين .



الشكل (١ – ٦٥)

ففى الشكل (أ) مغير شفرة من ثنائى إلى BCD ، ويلاحظ أنه يضاف خط خارجى يمثل مدخلاً ومخرجاً فى آن واحد وفى الشكل (ب) مغير شفرة من BCD لثنائى ، ويلاحظ أنه يضاف خط خارجى يمثل مدخلاً ومخرجاً إضافياً لمغير الشفرة ، والجدير بالذكر أن LSD تعنى الخانة الاقل رتبة (الآحاد) أما MSD تعنى الخانة الأعلى رتبة (العشرات) .

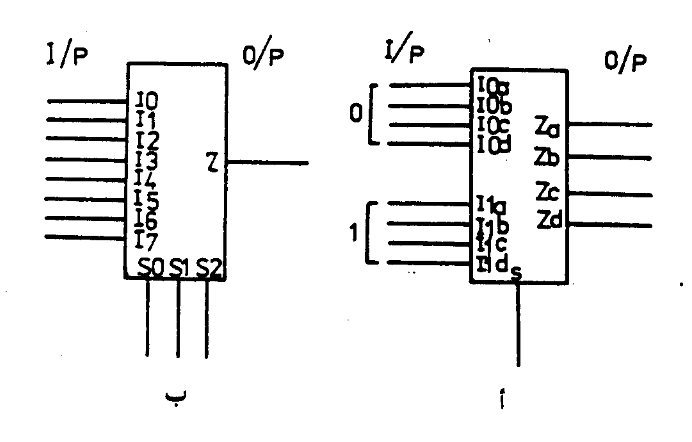
ويوجد دائرتان متكاملتان تحت عائلة TTL سلسلة ....74 الأولى طراز 74185 وتقوم بتغيير الشفرة الثنائية إلى BCD، والثانية طراز 74184 وتقوم بتغيير الشفرة BCD إلى ثنائية .

١ / ١٢ – المجمعات Multiplexer (MUX) :

تحتوى MUX على مجموعة من قنوات الدخل ، وقناة واحدة للخرج ، ومداخل للعنوان، وتحتوى كل قناة على خط واحد أو مجموعة من الخطوط ، ولكل قناة دخل عنوان محدد

بحيث تقوم MUX بنقل بيانات قناة الدخل التى عنوانها يطابق العنوان الداخل من مداخل العنوان إلى قناة الخرج .

والشكل (١ – ٦٦) يعرض نوعين مختلفين من MUX .



الشكل (١ – ٦٦)

فالشكل (أ) يعرض MUX بقناتى دخل القناة الأولى (Ioa - Iod) والقناة الثانية (I1a - I1d) وقناة خرج (Za - Zd) ومدخل عنوان S، فعندما تكون حالة مدخل العنوان 0 تنتقل حالة قناة الدخل (Ioa - Iod) إلى قناة المخارج . وعندما تكون حالة مدخل العنوان 1 تنتقل حالة قناة الدخل (I1a -I1d) إلى قناة المخارج . والشكل (ب) يعرض MUX بثمانية خطوط دخل (I_0 - I_7) ، وخط خرج واحد Z وله ثلاثة مداخل عنوان (S_0 - S_2) حيث تنتقل حالة المدخل الذى رقمه يكافىء المكافىء العشرى للعنوان المدخل من مداخل العنوان (S_0 - S_2) إلى الخرج. فمثلاً إذا كان :

$$S_0 = L , S_1 = H , S_2 = H$$

فإن المكافىء العشرى لهذا العنوان هو $Z = 0 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 2 \times 2^2 = 6$

وبالتالى ينتقل حالة المدخل I_5 إلى المخرج Z وهكذا.

ويمكن تقسيم الدوائر المتكاملة للمجمعات إلى :

١ – دوائر متكاملة TTL سلسلة .....74 لمجمعات من 8 خطوط لخط واحد مثل :

7435 , 74355 , 74356 , 74357 , 74151 , 74152 , 74251

٢ – دوائر متكاملة عائلة TTL سلسلة ....74 لمجمعات من 16 خطاً لخط واحد مثل :

74250, 74150, 74850, 74851

٣– دوائر متكاملة عائلة TTL سلسلة ... 74 لمجمعات من 2 قناة لقناة واحدة مثل :

74257, 74258, 74158, 74157, 74298

٤– دوائر متكاملة عائلة TTL سلسلة ....74 لمجمعات من 4 قناة لقناة واحدة مثل :

74153, 74352, 74353

١/ ١٣ – الذاكرات Memories :

وهى أداة تقوم بتخزين المعطيات أو المعلومات والتعليمات التى يتطلبها جهاز الكترونى كالحاسب أو الميكروبرسيسور ، بشفرة ثنائية .

وهناك نوعان من الذاكرات وهما :

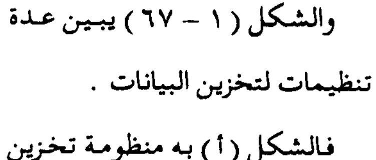
١ – الذاكرات الابتدائية Primary Memories وتصنع من أشباه الموصلات وتنقسم بدورها إلى :

أ – ذاكرات قراءة وكتابة Read/write ، وهذه الذاكرات تفقد محتوياتها مثل RAM .

ب – ذاكرات القراءة فقط Read / only ، وهذه الذاكرات تتميز بأنها لا يمكن أن تفقد محتوياتها مثل : ROM, EEPROM, PROM, EPROM

٢ – الذاكرات الثانوية Secondary Memories مثل الذاكرات المغناطيسية Magnetic المستخدمة مع أجهزة الكومبيوتر كالأقراص المرنة والقرص الصلب وشرائط التسجيل.. إلخ .

وسنكتفى فى هذا الكتاب بإلقاء الضوء على الذاكرات الابتدائية ، حيث تخزن البيانات فى الذاكرات المصنوعة من أشباه الموصلات فى صفوف كلٍ منها يتألف من خلية واحدة ، أو أربع أو 16 خلية ، ويخصص لكل صف عنوان .



والشكل (١ - ٦٧) يبين عدة تنظيمات لتخزين البيانات .

فالشكل (أ) به منظومة تخزين بيانات 1 x 16 أى 16 صفاً ، كل يحتوى على خلية تخزين واحدة .

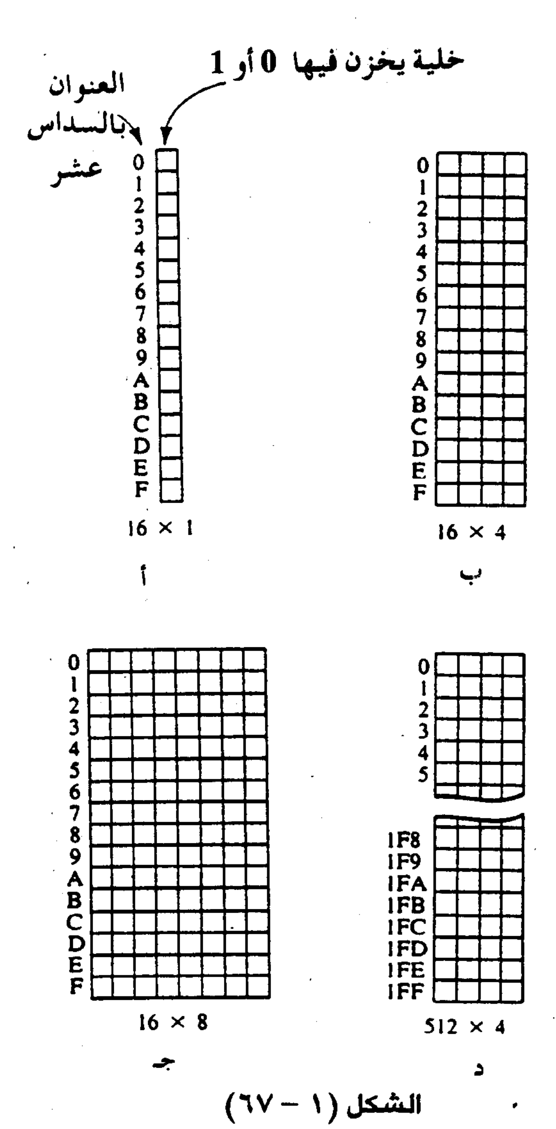
والشكل (ب) به منظومة تخزين بيانات 4 x 16.

والشكل (جـ) به منظومة تخزين بيانات 8 x 16 .

والشكل (د) به منظومة تخزين بيانات 4 x 512 .

ويخزن فى كل خلية خانة Bit (1 أو 0) ويخزن فى كل صف كلمة تتكون من مجموعة خانات بحيث يمكن الوصول إلى أى كلمة بعنوان موقعها .

ففى ذاكرات RAM يمكن الوصول إلى أى موقع بطريقة عشوائية

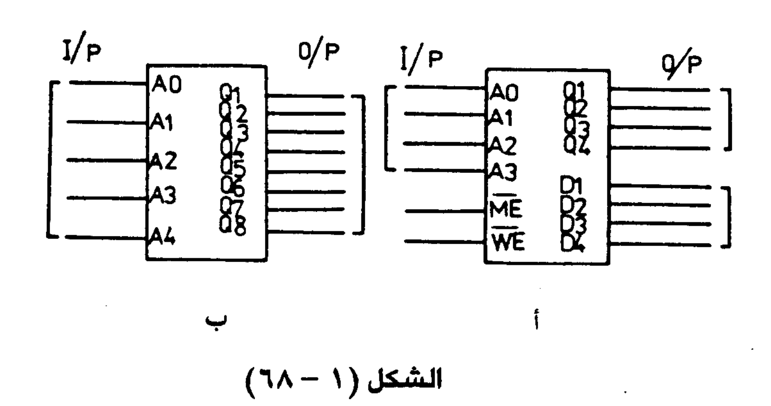


الشكل (١ - ٦٧)

، وبالتالى يمكن قراءة محتويات RAM بدون ترتيب ، فليس من الضرورى البدء بقراءة الكلمة الأولى وصولا للكلمة المطلوب قراءتها . وقراءة كلمة لا تمحوها من الذاكرة ،كما أنه يمكن كتابة كلمة جديدة فى أى عنوان بطريقة عشوائية (بدون ترتيب) ، ويقال عن الذاكرة RAM أيضا طيارة Volaitle لأنها تفقد محتوياتها بمجرد انقطاع المصدر الكهربى عنها .

والشكل (١ - ٦٨) يبين نموذجاً لذاكرة تخزين RAM, EPROM, EEPROM

(الشكل أ) وذاكرة تخزين PROM (الشكل ب) .



الشكل (١ - ٦٨)

تعريف بأطراف الذاكرة RAM, EPROM, EEPROM :

مـــــداخل العنوان A_0 - A_3.

مـخـارج الذاكـرة Q_1 - Q_4.

مـداخل البـيـانات D_1 - D_4.

مدخل التمكين (اختيار الوظيفة) $\overline{ME}$.

مدخل القراءة والكتابة $\overline{WE}$.

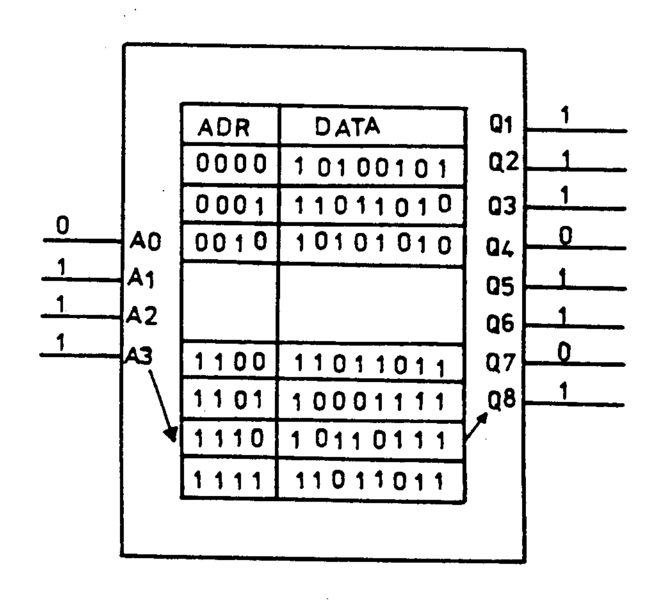
فيمكن كتابة أى بيانات مدخلة من المداخل D_1 - D_4 فى الذاكرة عندما تكون حالة $\overline{ME}, \overline{WE}$ منخفضة ، ويمكن قراءة أى بيانات مخزنة فى الذاكرة من المخارج Q_1 - Q_4 عندما تكون حالة $\overline{ME}$ منخفضة وحالة $\overline{WE}$ عالية .

التعريف بأطراف الذاكرة PROM :

مـــــداخل العنوان A_0 - A_4 .

مـخـارج الذاكـرة Q_1 - Q_8 .

والشكل (١ - ٦٩) يوضح كيفية قراءة كلمة مخزنة فى الذاكرة PROM (أى نقل محتوياتها للخارج) ، وذلك بتحديد عنوانها من مداخل العنوان .



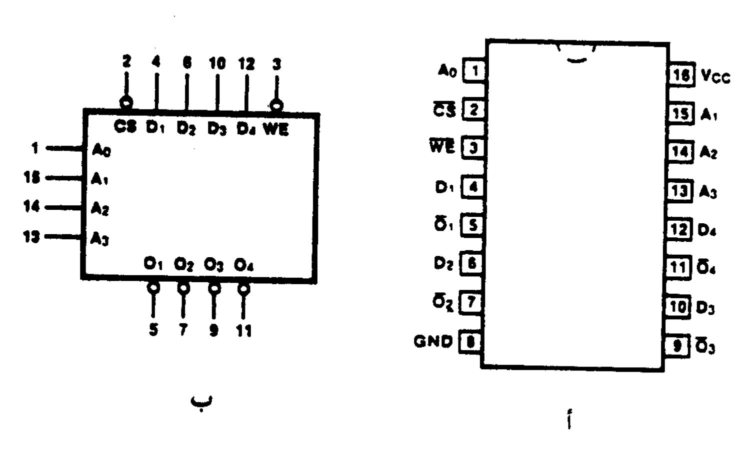
الشكل (١ – ٦٩)

١٣/١ / ١ – الدوائر المتكاملة للذاكرات :

أولاً : الدوائر المتكاملة لذاكرات RAM :

سنستعرض الدائرة المتكاملة 7489 والتى تصل سعتها إلى (64 bit) منظمة على النحو التالى : 4 x 16 أى 16 صفاً وأربعة أعمدة .

والشكل (١ – ٧٠) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة RAM طراز 7489 ، وكذلك الرمز المنطقى وجدول الوظيفة .



INPUTS		OPERATION	CONDITION OF OUTPUTS
$\overline{CS}$	$\overline{WE}$		
L	L	Write	Complement of Data Inputs
L	H	Read	Complement of Selected Word
H	L	Inhibit Entry	Undetermined
H	H	Hold	(Off) HIGH

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level

جـ

الشكل (١ – ٧٠)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 7489 :

مداخل العنوان . A_0 - A_3

مدخل تمكين القراءة ، ويكون فعالاً عندما تكون حالته منخفضة . $\overline{CS}$

مدخل تمكين القراءة ، ويكون فعالاً عندما تكون حالته منخفضة . $\overline{WE}$

مداخل البيانات . D_1 - D_4

مخارج البيانات المعكوسة . $\overline{O}_1$ - $\overline{O}_4$

نظرية عمل الدائرة المتكاملة 7489 :

١ – يمكن كتابة أى بيانات مدخلة من المداخل D_1 - D_4 ، وذلك عندما تكون حالة $\overline{CS}$, $\overline{WE}$ منخفضة وستكون حالة المخارج $\overline{O}_1$ - $\overline{O}_4$ هى معكوس حالة المداخل المقابلة .

٢ – يمكن قراءة أى بيانات مخزنة فى RAM ، وذلك بالمحافظة على حالة $\overline{CS}$, $\overline{WE}$

منخفضة ، وتكون حالة مخارج الدائرة المتكاملة $\overline{O}_4$ - $\overline{O}_1$ هى معكوس حالة الكلمة المخزنة داخل RAM .

٣ – يمكن المحافظة على حالة الكلمات المخزنة داخل RAM ، وذلك بجعل حالة $\overline{CS}, \overline{WE}$ عالية .

٤ – عندما تكون حالة $\overline{CS}$ عالية وحالة $\overline{WE}$ منخفضة ، فإن حالة المخارج $\overline{O}_4$ - $\overline{O}_1$ تكون غير محددة .

ثانياً: الدوائر المتكاملة لذاكرات EPROM :

سنستعرض الدائرة المتكاملة 2716 وهى ذاكرة EPROM تبلغ سعتها 2KB منظمة على النحو التالى : (256 X 8) أى : 256 صفاً وثمانية أعمدة . والشكل (١ – ٧١) يبين المسقط الأفقى لهذه الذاكرة .

والجدير بالذكر أنه يوجد شباك صغير من الزجاج فى منتصف الدائرة المتكاملة ، ويستخدم هذا الشباك فى مسح هذه الذاكرات ، وذلك بتعريضه لأشعة فوق بنفسجية تصدر من لمبة أشعة فوق بنفسجية على مسافة Cm لفترة زمنية تتراوح ما بين (10- 40 min) ، وهذه الفترة تعتمد على مواصفات المصنعين .

A7	1	24	VCC
A6	2	23	A8
A5	3	22	A9
A4	4	21	VPP
A3	5	20	$\overline{OE}$
A2	6	19	A10
A1	7	18	CE/PGM
A0	8	17	D7
D0	9	16	D6
D1	10	15	D5
D2	11	14	D4
GND	12	13	D3

الشكل (١ – ٧١)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة 2716 :

مخارج الذاكرة	D_0 - D_7.
مداخل العنوان	A_0 - A_{10}.
مدخل تمكين الدائرة المتكاملة	$\overline{CE}$ / PGM.
مدخل تمكين المخارج	$\overline{OE}$.
مدخل جهد البرمجة	V_{PP}.
مدخل الجهد الموجب	V_{CC}.
مدخل الأرض	GND.

والجدول (١ - ٦) يبين الحالات المختلفة لتشغيل ذاكرة EPROM طراز 2716

حيث إن :

جهد دخل منخفض	V_{IL}.
جهد دخل مرتفع	V_{IH}.
جهد مرتفع أو منخفض	X.
خروج البيانات المخزنة على المخارج	Dout.
تخزين البيانات الداخلة	D_{IN}.

الجدول (١ - ٦)

الرجل / الحالة	$\overline{CE}$ / PGM	$\overline{OE}$	V_{PP}	Vcc	$Q_0 - Q_7$
قراءة	V_{IL}	V_{IL}	+ 5V	+ 5 V	Dout
برمجة	V_{IL} نبضة V_{IH} أو نبضة	V_{IH}	+ 25 V	+ 5 V	D_{IN}
فحص البرنامج	V_{IL}	V_{IL}	+ 25V	+ 5 V	Dout

الدوائر المتكاملة للذاكرات PROM :

سنستعرض فى هذه الفقرة الدائرة المتكاملة 74188 وهى ذاكرة PROM تبلغ سعتها 256 bit منظمة على الشكل التالى : 32 x 8 .

والشكل (١ - ٧٢) يعرض المسقط الأفقى لهذه الدائرة المتكاملة .

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة:

مخارج الذاكرة	$Y_1 - Y_8$
مداخل العنوان	A - E
مدخل التمكين (فعال عند الحالة المنخفضة)	G
مدخل الجهد الموجب	V_{CC}

مدخل الأرضى GND

وقبل برمجة الذاكرة PROM طراز 74188 تكون حالة جميع خلايا الذاكرة منخفضة ، وهناك عدة خطوات متبعة لبرمجة ذاكرة PROM وهى كالآتى :

الشكل (١ – ٧٢)

١ – وصل جهد 5v + للرجل Vcc . وادخل عنوان الكلمة المطلوب إدخالها على مداخل العنوان A - E.

٢ – وصل جهد منطقى عال لمدخل التمكين G أى 5v + .

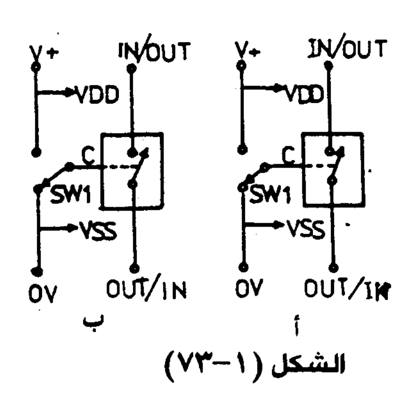
٣ – افصل جميع المخارج عدا المخرج المطلوب جعل حالته عالية .

٤ – ارفع جهد الرجل vcc إلى 10v + ، وفى نفس الوقت اجعل جهد مدخل التمكين G منخفضاً علماً بأن مصدر القدرة يجب أن يكون قادراً على إمداد تيار مقداره 100mA ، عند جهد 10V ، وبعد مرور 1S تقريباً اعد جهد مدخل التمكين للحالة المنطقية العالية ، وكذلك جهد الرجل V_{cc} إلى 5V + .

٥ – كرر الخطوة 2, 3, 4 لكل المخارج المطلوب جعل حالتها عالية لكل عنوان ، فمثلا : إذا كانت الكلمة المطلوب إدخالها على العنوان المختار هى : 11010010 فيجب أن تكرر الخطوات 2, 3, 4 للمخرج Y_2, Y_5, Y_7, Y_8 لإدخال هذه الكلمة.

١/ ١٤ - المفتاح الثنائى الاتجاه CMOS :

يستخدم هذا المفتاح لتوصيل أو قطع الإشارات الرقمية أو الإشارات التناظرية ، ولهذا المفتاح طرفان كل طرف يمكن أن يكون مدخلاً أو مخرجاً للتيار ، لذلك سمى بمفتاح ثنائى الاتجاه CMOS Bilateral switch . والشكل (١ - ٧٣) يبين طريقة استخدام المفتاح الثنائى الاتجاه CMOS .



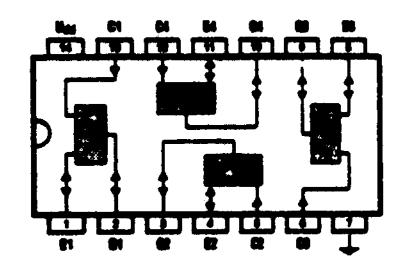
الشكل (١-٧٣)

فالشكل (أ) يبين طريقة تشغيل مفتاح CMOS ثنائى الاتجاه فى وصل وقطع الإشارات التناظرية ، فعند توصيل مدخل التحكم C للمفتاح بالجهد السالب – V الموصل بالجهد V_{SS} يتحول المفتاح لحالة القطع ، وعند توصيل مدخل التحكم C بالجهد الموجب +V الموصل بالجهد V_{DD} يتحول المفتاح لحالة الوصل ، ويجب ألا يتعدى التغير فى جهد الإشارة الرقمية أقصى قيمة موجبة V_{DD} وأقصى قيمة سالبة V_{SS} .

والشكل (ب) يبين طريقة تشغيل مفتاح CMOS ثنائى الاتجاه فى وصل وقطع الإشارات الرقمية ، فعند توصيل مدخل التحكم C للمفتاح بالأرضى 0V الموصل بالرجل V_{SS} يتحول المفتاح لحالة القطع، فى حين أنه عند توصيل مدخل التحكم C بالجهد الموجب +V الموصل بالجهد V_{SS} يتحول المفتاح لحالة الوصل ON ، وعادة فإن المفتاح CMOS ثنائى الاتجاه يسبب تشويهاً مقداره 0.5% عند استخدامه فى وصل وقطع الإشارات التناظرية .

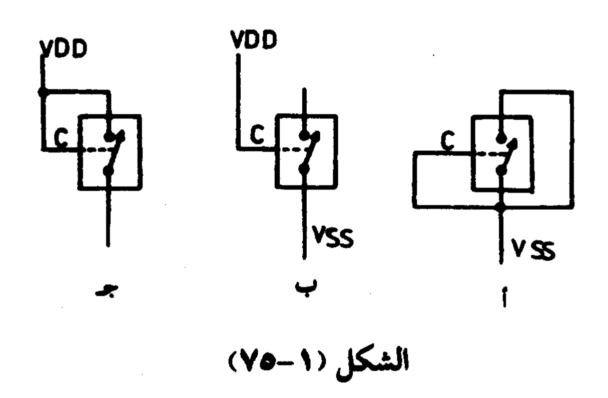
والجدير بالذكر أنه توجد بعض الدوائر المتكاملة للمفاتيح CMOS ثنائية الاتجاه مصممة للعمل على قطع ووصل الإشارات التناظرية باستخدام جهد تحكم أحادى القطبية . $(+V_{DD}, 0V)$

والشكل (١ - ٧٤) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 4066 B والدائرة المتكاملة 4016B وكلاهما يحتوى على أربعة مفاتيح CMOS علماً بأن خطوط التحكم للأربعة مفاتيح CMOS هى C_1, C_2, C_3, C_4 .



الشكل (١-٧٤)

ويجب توصيل اى مفتاح لا يستخدم فى الدائرة المتكاملة بأحد الطرق الموضحة بالشكل (١ - ٧٥) .



الشكل (١-٧٥)

١/ ١٥ - الشروط الواجب تحقيقها عند استخدام الدوائر المتكاملة عائلة TTL :

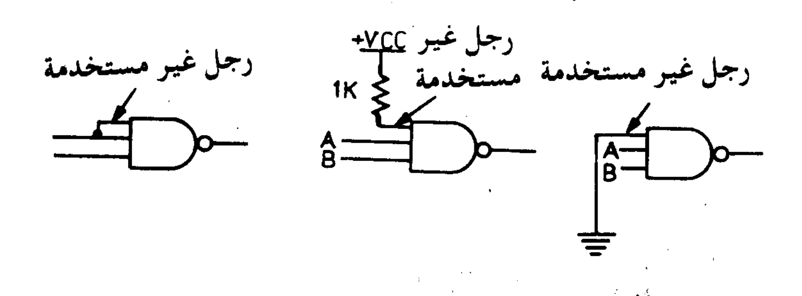
١ - استخدام مصدر قدرة مستمر منتظم 5V + ، وذلك للحصول على جهد مستمر موجب يتروواح ما بين 5.25V : 4.75 ، وذلك عند استخدام دوائر TTL التجارية .

٢ - استخدام أسلاك سميكة ، أو خطوط سميكة فى الدوائر المطبوعة لوصلات القدرة ، فيجب الا يقل سمك خطوط القدرة فى الدوائر المطبوعة عن 0.08 بوصة اى : 2 مليميتر .

٣ - توصيل مكثف 100 µF مع جهد V_{CC} وأرضى المصدر عند مدخل القدرة للوحة

المطبوعة ، ويوصل مكثف سعته (0.01 - 0.1 µF) مع خط V_{CC} والأرضى لكل دائرة متكاملة لها خرج ذات القطب الرمزى Totem .

٤ – لا تترك مداخل البوابات غير المستخدمة عائمة Floating ، أى بدون توصيل حيث إن أى مدخل عائم تكون حالته عالية ، ولكن يتم توصيل المداخل غير المستخدمة بإحدى الطرق المبينة بالشكل (١ – ٧٦) حيث توصل المداخل غير المستخدمة إما بالأرضى أو بالجهد V_{CC} . أو بأحد المداخل الأخرى .



الشكل(١-٧٦)

٥ – لا تنزع أى دائرة متكاملة IC نوع TTL أثناء وصول التيار الكهربى لها .

٦ – يجب ترك خطوط الخرج غير المستخدمة مفتوحة .

٧ – ينصح باستخدام كاوية لحام قدرتها 15W عند لحام هذه العناصر ، وينبغى أن يكون طرف الكاوية رفيعاً وأن يتم اللحام بسرعة حتى لا تسبب الحرارة العالية تلف الدائرة المتكاملة ، ومن الأفضل استخدام قاعدة تثبيت للدائرة المتكاملة حيث يتم لحامها مع اللوحة المطبوعة ثم تركب عليها الدائرة المتكاملة فيما بعد ، وبالتالى لا تتعرض الدائرة المتكاملة لأى حرارة ، كما أن هذا يسهل عملية تغيير الدائرة المتكاملة عند تلفها .

٨ – استخدام موصلات Coaxial لمخارج الدوائر المتكاملة TTL التى تحمل نفس الجهود

ويزيد طولها عن 25 سنتيمتراً .

١/ ١٦ - الشروط الواجب تحقيقها عند استخدام دوائر متكاملة عائلة CMOS :

١ - استخدام مصدر قدرة مستمر ومنتظم ، يتراوح جهده ما بين 18 VDC+ : 3+.

٢ - لا تنزع الدائرة المتكاملة من وعائها الذى تباع به إلا بعد الانتهاء من تثبيتها .

٣ - لا تترك مداخل البوابات غير المستخدمة عائمة ، ولكن توصل مع جهد المصدر الموجب V_{DD} ، أو مع أرضى المصدر ، أو مع أحد المداخل الأخرى ؛ لأنه إذا تركت أحد المداخل غير مستخدمة فإن الشحنات الإستاتيكية سوف تتجمع عندها فيختل عمل الدائرة المتكاملة .

٤ - لا تنزع أى دائرة متكاملة CMOS أثناء وصول التيار الكهربى .

٥ - يجب منع وصول إشارة لأحد مداخل الدائرة المتكاملة CMOS أثناء انقطاع مصدر القدرة .

٦ - ينصح باستخدام كاوية لحام منخفضة القدرة 15 W مثلاً ، ولها سن رفيع، وتفضل أن تكون من النوع الذى يعمل بالتيار المستمر فإن لم يتوفر هذا النوع يمكن توصيل كاوية اللحام التى تعمل بالتيار المتردد ، حتى تسخن عند درجة حرارة معينة ثم تفصل، وتبدأ اللحام ، وينصح بتأريض كاوية اللحام وأجهزة القياس وطاولة العمل للمحافظة على أن يكون جهدهم جميعاً واحداً كما يجب توصيل معصم القائم على عملية اللحام بالأرضى من خلال مقاومة 1MΩ .

٧ - بعد الانتهاء من تركيب الدائرة المتكاملة تأكد من وضعها على قاعدة تثبيتها بشكل صحيح ، وتأكد من توصيل جهد التغذية الكهربية لهذه الدائرة بشكل صحيح .

الباب الثانى

العناصر الالكترونية المستخدمة
فى الدوائر الرقمية

العناصر الالكترونية المستخدمة فى الدوائر الرقمية

٢ / ١ – المقاومات Resistors :

تعتبر المقاومات من أهم العناصر المستخدمة فى الدوائر الرقمية ، وتصنع المقاومات من مواد مختلفة علماً بأن نوع مادة المقاومة يحدد الخواص الفنية للمقاومة .

وتنقسم المقاومات بصفة عامة إلى :

١ – مقاومات خطية Linear Resistors .

٢ – مقاومات غير خطية Non Linear Resistors .

٢/١/ ١ – المقاومات الخطية :

وهى المقاومات التى تخضع لقانون أوم مثل :

أ – مقاومات بنقط تفرعTapped Resistors وهذه المقاومات تتيح فرصة الحصول على مقاومات مختلفة عند نقاط تفرعها .

ب – الريوستات Rheostat وهى مقاومة متغيرة بطرفين ، حيث تتغير المقاومة بين طرفيها بتغير وضع ذراع ضبطها .

جـ – مجزىء الجهد Potentiometer ويكون له ثلاثة أطراف 1, 2, 3 بحيث إن المقاومة بين الطرفين 1, 3 تمثل المقاومة الكلية للمجزىء وهى ثابتة ولا تتغير بتغير وضع ذراع ضبط المجزىء، وتساوى مجموع المقاومة بين الطرفين 1, 2 والمقاومة بين الطرفين 3 و 2 ، وهما مقاومتان متغيرتان تتغيران تبعا لتغير وضع ذراع ضبط المجزىء.

د– المقاومات الثابتة القيمة ، وتوجد عدة طرق لتشفير قيمة المقاومة الثابتة وهى كما يلى:

١ – طريقة التشفير الحرفية (الطريقة الإنجليزية) حيث تستخدم الأحرف التالية كمضاعفات :

$$M = 10^6 \qquad k = 10^3 \qquad R = 1$$

والحروف التالية لبيان التفاوت :

$$F = \pm 1\% \,,\, G = \pm 2\% \,,\, J = \pm 5\% \,,\, k = \pm 10\% \,,\, M = \pm 20\%$$

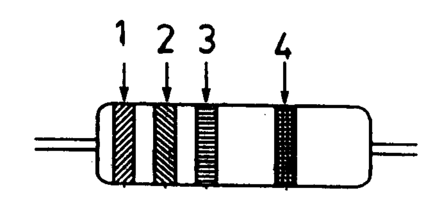
فمثلا :

المقاومة 100 Rk تعنى مقاومة 100 Ω ± 10%

والمقاومة 10 k2 G تعنى مقاومة 10.2 kΩ ± 2%

والمقاومة 1M 3k تعنى مقاومة 1.3 MΩ ± 10%

٢ – طريقة التشفير بالألوان : وتستخدم هذه الطريقة مع المقاومات الصغيرة ، والتى تتراوح قدرتها ما بين (0.25 : 2 w) ويرسم على المقاومة أربع أو خمس حلقات ملونة قريبة من أحد جانبيها ، وعادة ترقم هذه الحلقات الملونة من اليسار (الجهة القريبة من الحلقات) إلى اليمين وهذا موضح بالشكل (٢ – ١) .



الشكل (٢ – ١)

فبالنسبة للمقاومات ذات الأربع حلقات الملونة فإن :

الحلقة الأولى : تعطى الرقم الأول .

الحلقة الثانية : تعطى الرقم الثانى .

الحلقة الثالثة : تعطى المضاعف أو الجزء .

الحلقة الرابعة : تعطى التفاوت .

وبالنسبة للمقاومات ذات الخمس حلقات الملونة فإن :

الحلقة الأولى : تعطى الرقم الأول .

الحلقة الثانية : تعطى الرقم الثانى .

الحلقة الثالثة : تعطى الرقم الثالث .

الحلقة الرابعة : تعطى المضاعف أو الجزء .

الحلقة الخامسة : تعطى التفاوت .

والجدول (٢ – ١) يعطى مدلول الألوان المختلفة للحلقات المختلفة .

الجدول (٢ – ١)

اللون	أسود	بني	أحمر	برتقالي	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسج	رمادي	أبيض	ذهبي	فضي	بدون لون
الرقم	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	—	—	—
المضاعف أو الجزء	1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	0.1	0.01	
التفاوت كنسبة مئوية		± 1	± 2								± 5	± 10	± 15

فمثلا : إذا كانت ألوان الحلقات الأربع لمقاومة كربونية .

الحلقة الأولى : بنى ويكافىء 1

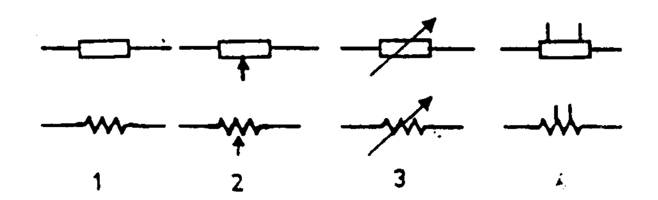
الحلقة الثانية : أسود ويكافىء 0

الحلقة الثالثة : أزرق ويكافىء 10^6

الحلقة الرابعة : ذهبى ويكافىء $\pm 5\%$

فإن قيمة المقاومة يساوى : $10 \times 10^6 \pm 5\ \%$ أى (10M $\pm 5\%$) .

وفيما يلى الرموز الكهربية للمقاومات الخطية حيث إن الرمز 1 لمقاومة بنقطتين تفرع، والرمز 2 لريوستات ، والرمز 3 لمجزىء جهد ، والرمز 4 لمقاومة ثابتة .



٢/١/٢ – المقاومات غير الخطية :

وهى مقاومات لا تخضع لقانون « أوم » ؛ لأن قيمتها تتغير تبعاً لمؤثرات خارجية مثل :

أ – المقاومة الحرارية Thermistor ، وهناك نوعان من المقاومات الحرارية وهما : المقاومة الحرارية PTC ، وهى مقاومة تزداد قيمتها بزيادة درجة حرارتها والمقاومة الحرارية

NTC ، وهى مقاومة تقل قيمتها بزيادة درجة حرارتها .

ب – المقاومة الضوئية (حساسة للضوء) LDR ، وتقل مقاومتها عند تعرضها للضوء من عدة ميجا أوم فى الظلام إلى عدة مئات من الأوم فى ضوء النهار .

جـ – مقاومة معتمدة على الجهد VDR ، وتقل قيمتها بزيادة الجهد المسلط عليها.

وفيما يلى رموز هذه المقاومات ، فالرمز 1 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى سالب NTC. والرمز 2 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى موجب PTC . والرمز 3 لمقاومة ضوئية LDR . والرمز 4 لمقاومة معتمدة على الجهد VDR .

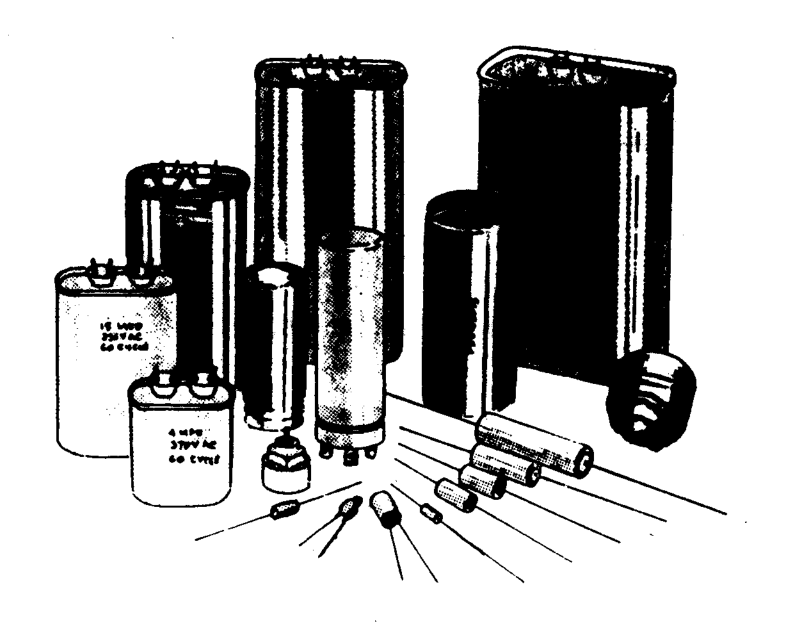
NTC PTC

1 2 3 4

٢/٢ – المكثفات Capacitors :

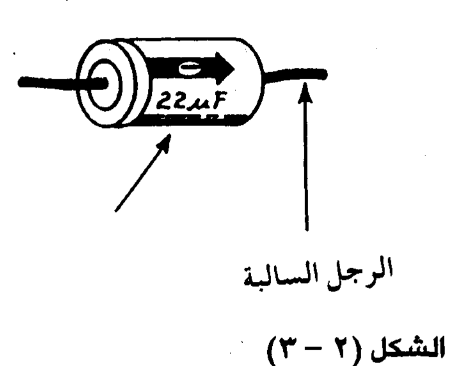
يقوم المكثف بتخزين الشحنة الكهربية أثناء تعرضه لفرق جهد بين طرفيه ، وتتوقف عملية الشحن عندما يتساوى الجهد المتشكل على أطراف المكثف مع جهد المصدر ، ويقوم المكثف بتفريغ شحنته عند انخفاض جهد المصدر عن فرق الجهد بين طرفى المكثف أو انعدامه، ويسمى المكثف عادة تبعاً لنوع العازل المستخدم فيه مثل الورقة والميكا والسيراميك والمحاليل الكيميائية .. إلخ ، والشكل (٢ – ٢) يعرض أشكالاً مختلفة للمكثفات .

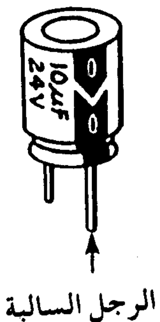
وتوجد عدة طرق لتشفير المعلومات الفنية للمكثفات تختلف باختلاف نوع المكثف ، أهمها :



الشكل (٢ - ٢)

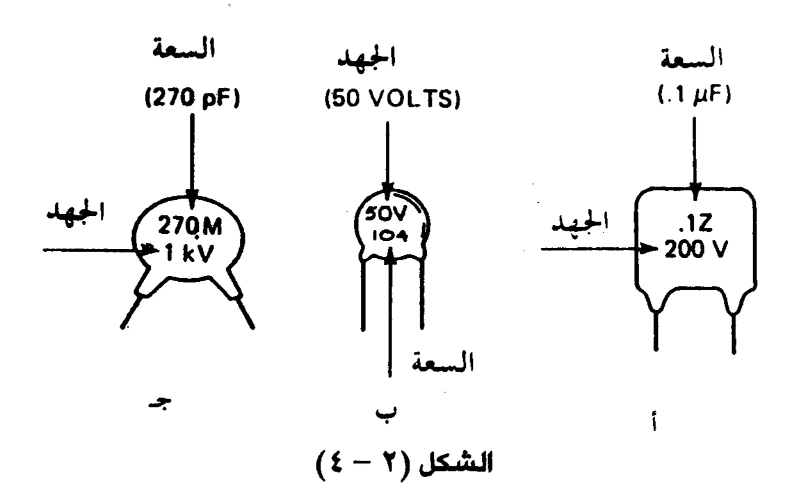
١ - طريقة العرض المباشر : حيث تكتب المعلومات الفنية مباشرة على الغلاف المعدنى للمكثف الكيميائى ، فتكتب سعة المكثف بالميكروفاراد µf وجهد التشغيل بالفولت (v) ، وكذلك توضع قطبية أحد طرف المكثف ، سواء الطرف الموجب + أو الطرف السالب - وهذا موضح بالشكل (٢ - ٣) حيث توضع إشارة حمراء عند القطب الموجب وسوداء أو زرقاء عند القطب السالب .





الشكل (٢ - ٣)

٢ – **طريقة التشفير الحرفية** : وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات الصغيرة التى تكون على شكل قرص Disc حيث تكتب عليها السعة وجهد التشغيل بأكواد مبسطة كما بالشكل (٢ – ٤) .



الشكل (٢ – ٤)

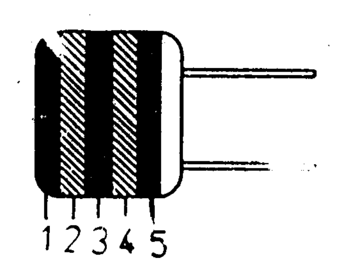
فالسعات تكتب بأكواد حرفية، فالحرف Z يعنى ميكروفاراد μf ، والحرف M يعنى بيكوفاراد Pf

.فبالشكل (أ) مكثف سعته Z .1 أى 0.1 μf ، وبالشكل (جـ) مكثف سعته 270 M أى سعته 270 pf .

٣ – **طريقة التشفير العددية** : وتستخدم فيها ثلاثة أعداد ، حيث يمثل العدد الثالث أعداد الأصفار بعد العددين الأول والثانى ، ففى الشكل (٢ – ٤ ب) مكثف سعته يعبر عنها بالشفرة 104 أى 100000 pf ، أما الجهد فيكتب مباشرة على المكثف .

٤ – **طريقة التشفير بالألوان** : حيث يرسم عدة شرائط ملونة على غلاف المكثف كما بالشكل (٢ – ٥) ، وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات البولى إستير الراتنجية Resin Dipped polyester capacitors .

والجدول (٢ – ٢) يبين مدلول الألوان المختلفة للشرائط المختلفة .



الشكل (٢ – ٥)

الجدول (٢ – ٢)

اللون	أسود	بني	أحمر	برتقالي	اصفر	أخضر	أزرق	بنفسجي	رمادى	أبيض
الشريط الأول والثاني (الرقم المقابل)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
الشريط الثالث (المضاعف)				10^3	10^4	10^5				
الشريط الرابع (التفاوت)	±20%									±10%
الشريط الخامس (الجهد المستمر)			250V		400V					

مثال :

إذا كان لون الشريط الأول بنياً ويكافىء 1 .

الشريط الثانى أسود ويكافىء 0 .

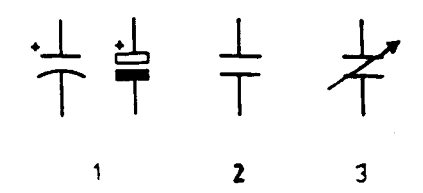
الشريط الثالث برتقالياً ويكافىء 10^3 .

الشريط الرابع أسود ويكافىء ± 20% .

الشريط الخامس أحمر ويكافىء 250 VDC .

أى أن سعة المكثف تصبح مساوية $10 \times 10^3 = 10^4$ pF مع تفاوت مقداره ± 20 % وجهد تشغيل مستمر يساوى 250 VDC .

وفيما يلى رموز المكثفات : فالرمز 1 لمكثف كيميائى . والرمز 2 لمكثف عادى والرمز 3 لمكثف متغير السعة .



٢ / ٣ – عناصر متنوعة :

سنتناول فى هذه الفقرة مجموعة من العناصر التى كثيراً ما تستخدم فى الدوائر الالكترونية مثل : المصهرات – المفاتيح – الضواغط – ريلاهات التحكم – المحولات .

٢/٣/ ١ – المصهرات Fuses :

عادة يتم حماية الدوائر الالكترونية من الزيادة المفرطة للتيار الكهربى عند حدوث قصر بالدائرة أى : تلامس الطرف الموجب + مع الطرف السالب – أو مع أرضى الدائرة وذلك باستخدام المصهرات .

وعادة تكون المصهرات على شكل أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك له قاعدتان معدنيتان متصلتان معاً من الداخل بسلك رفيع من النحاس أو الرصاص ، وهذا السلك مصمم لكى ينقطع عند زيادة قيمة التيار المار بالمصهر عن الحد المقنن للمصهر بقيمة كبيرة ، وهناك أنواع متعددة من المصهرات حسب سرعة فصلها ، وفيما يلى الأنواع المختلفة للمصهرات تبعا لسرعة الفصل :

١ – مصهرات سريعة الفصل بدرجة كبيرة Super-quick-Acting (FF) وتستخدم لحماية العناصر الالكترونية المصنوعة من أشباه الموصلات ، ويرمز لها بالرمز FF والجدول (٢ – ٣) يبين خواص هذا النوع .

الجدول (٢ - ٣)

شدة التيار	1.2 In	2 In	2.75 In	4 In	10 In
أدنى زمن للفصل	60 min	10 mS	4 mS	2 mS	—
أقصى زمن للفصل	—	2S	50 mS	15 mS	2 mS

حيث إن :

التيار المقنن للمصهر In

دقيقة min

ثانية S

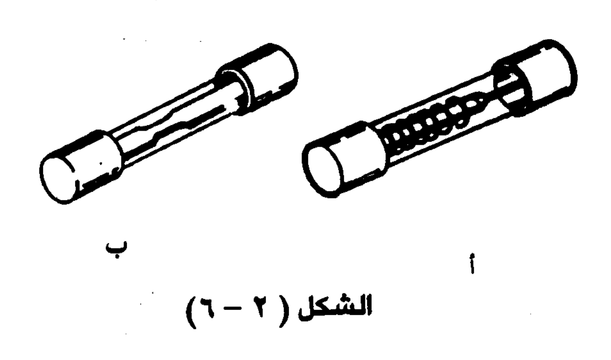
ملى ثانية mS

٢ - مصهرات سريعة الفصل quick acting (F)

٣ - مصهرات تتحمل قفزات التيار المفاجئة Anti-surge (T)

وهى تتحمل تياراً يساوى 10 مرات من التيار المقنن لها بدون أن تنهار ، وذلك خلال فترة زمنية تساوى 20 mS ، وتستخدم لحماية المحولات .

والشكل (٢ - ٦) يعرض نموذجاً لمصهر نوع T . الشكل (أ) وآخر لمصهر سريع الفصل F الشكل (ب) .



ب أ

الشكل (٢ - ٦)

وفيما يلى الرموز المختلفة للمصهرات :



٢/٣/٢ - المفاتيح اليدوية Switches :

تعد المفاتيح اليدوية هى وسيلة الوصل والفصل اليدوية فى الدوائر الالكترونية ، وتوجد أنواع مختلفة للمفاتيح تبعاً لوظيفتها مثل :

١ - مفتاح قطب واحد سكة واحدة (SPST) ، وهذا المفتاح يحتوى على ريشة واحدة، إما مغلقة أو مفتوحة ، فعند تشغيل المفتاح تفتح ريشته المغلقة NC ، أو تغلق ريشته المفتوحة NO .

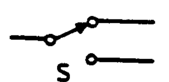
وفيما يلى رمز مفتاح SPST بريشة مفتوحة :NO (الرمز 1) ، وبريشة مغلقة NC (الرمز 2) .

2 1

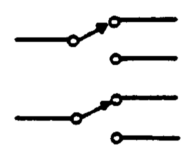
٢- مفتاح قطبين سكة واحدة (DPST) وهذا المفتاح يحتوى على ريشتين مفتوحتين 2 NO أو مغلقتين 2 NC أو إحداهما مفتوحة والأخرى مغلقة (NO+ NC) ، وعند تشغيل هذا المفتاح يدوياً تنعكس حالة ريش المفتاح ، فتغلق الريشة المفتوحة NO وتفتح الريشة المغلقة NC ، وفيما يلى رمز مفتاح DPST بريشتين مفتوحتين 2 NO (الرمز 1) وبريشتين مغلقتين 2 NC (الرمز 2) وبريشة مفتوحة وأخرى مغلقة NO + NC (الرمز 3) .

1 2 3

٣ – مفتاح قطب واحد سكتين (SPDT) ، وهذا المفتاح له ريشة قلاب CO ، ويكون للمفتاح ثلاثة أطراف أحدهما مشترك والثانى مفتوح والثالث مغلق . فعند تشغيل هذا المفتاح تنعكس حالة هذا المفتاح فيغلق الطرف المفتوح ، ويفتح الطرف المغلق، وفيما يلى رمز هذا المفتاح :



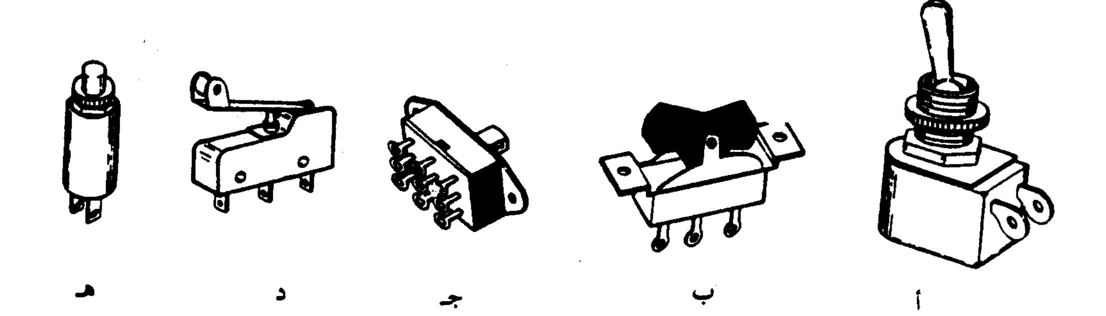
٤ – مفتاح قطبين سكتين (DPDT) ، وهذا المفتاح مزود بريشتى قلاب كالموجودة فى المفتاح SPDT ، وفيما يلى رمز هذا المفتاح :



علماً بأن الأنواع الأربعة السابقة – تتواجد فى عدة صور تبعاً لطريقة تشغيلها مثل :

أ – مفتاح بذراع يدوى	Toggle switch
ب – مفتاح قلاب	Rocker Switch
جـ – مفتاح منزلق	Slide Switch
ء – مفتاح نهاية مشوار	Limit Switch
هـ – مفتاح انضغاطى	Pushbutton Switch

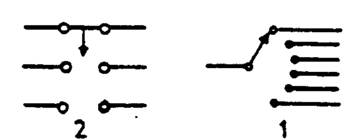
ويتم تشغيل هذه الأنواع باليد عدا أن مفتاح نهاية المشوار يتم تشغيله عند دفعه بجسم متحرك أو كامة متحركة . والشكل (٢ – ٧) يبين صوراً توضيحية لهذه الأنواع بالترتيب من اليمين لليسار .



الشكل (٢ – ٧)

٥– مفاتيح الاختيار ذات المواضع المتعددة ، وهذه المفاتيح تحتوى على قطب واحد أو أكثر ويكون لها عدة أوضاع تشغيل ، وهناك نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة تشغيلها مثل: المفاتيح الدوارة Rotary Switches وهذه المفاتيح لها يد تشغيل دوارة ، والمفاتيح المنزلقة Slide Switches والمفاتيح الدوارة العاملة بالمفك Dip Rotary Switches .

وفيما يلى رمز لمفتاح اختيار دوار بثلاثة مواضع ، ورمز لمفتاح اختيار منزلق بثلاثة مواضع .



٢/ ٣/ ٣ – الضواغط Push buttons :

هناك فرق جوهرى بين الضاغط ، والمفتاح الانضغاطى، فالأول تتغير حالة ريشه أى المغلقة تصبح مفتوحة والمفتوحة تصبح مغلقة أثناء الضغط على زرها فقط ، أما المفتاح الانضغاطى فتتغير حالة ريشه أى : تصبح الريشة المغلقة مفتوحة والريشة المفتوحة مغلقة عند الضغط عليه، ويظل كذلك إلى أن يتم الضغط عليه مرة أخرى، فتعود الريش لحالتها الطبيعية .

وفيما يلى رموز أنواع مختلفة من الضواغط ، فالرمز 1 لضاغط بريشة مغلقة Nc والرمز 2 لضاغط بريشة مفتوحة NO .

PB 1   PB 2

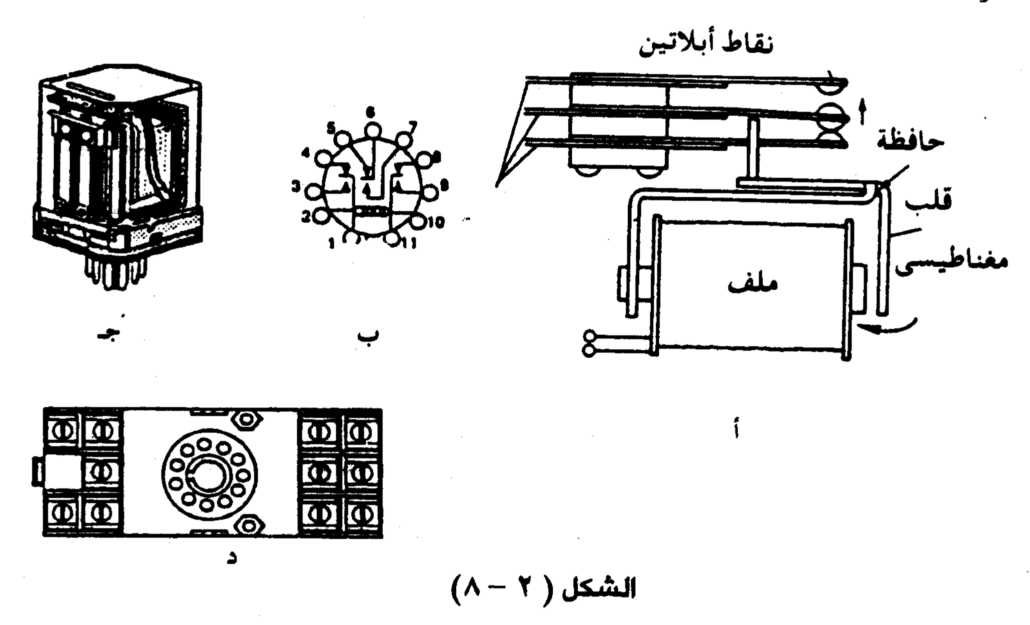
٤/٣/٢ - ريلاهات التحكم Control Relays :

الريلاى هو وسيلة كهرومغناطيسية لوصل وفصل الدوائر الالكترونية ، والشكل (٢ - ٨أ) يعرض التركيب الداخلى لأحد الرليهات الكهرومغناطيسية ، فعند وصول التيار الكهربى للملف يتكون مجال مغناطيسى قادر على جذب القلب المغناطيسى فتقوم الحافظة بتغيير وضع ريش التلامس للريلاى ، فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة والعكس بالعكس، ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن ملف الريلاى تعود ريش الريلاى لوضعها الطبيعى ، وهناك نوعان من الرليهات :

الأول : يثبت على اللوحة المطبوعة PB ، والتى تثبت عليها العناصر الالكترونية .

والثاني : يثبت على قاعدة تثبيت .

والشكل (٢ - ٨ب) يعرض نموذجاً لأحد رليهات التحكم ، وبالشكل (٢ - ٨جـ) مسقط أفقى للريلاى ، يبين نقاط توصيله، وبالشكل (٢ - ٨د) مسقط أفقى لقاعدة الريلاى .

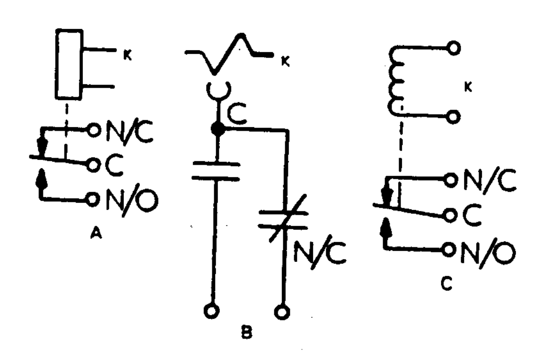


الشكل (٢ - ٨)

ويلاحظ من مخطط أطراف التوصيل للريلاى الشكل (٢ - ٢٠ب) أن هذا الريلاى يحتوى على ثلاث ريش قلاب CO .

أطراف الريشة القلاب الأولى	1-3-4
أطراف الريشة القلاب الثانية	6-7-5
أطراف الريشة القلاب الثالثة	11-9-8
أطراف الملف هي	2-10

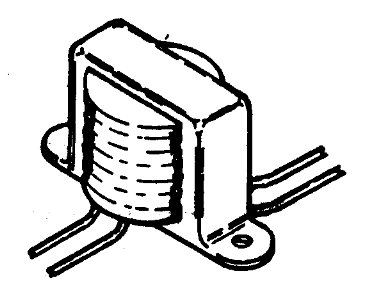
وفيما يلي الرموز المختلفة للرليهات :

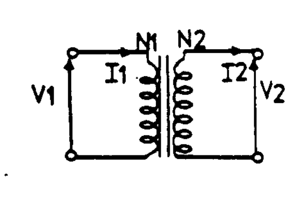


٢/٣/ ٥ - المحولات Transformers :

المحولات هي أجهزة تقوم بخفض أو رفع الجهد المتردد ، وتستخدم المحولات في بناء مصادر التيار المستمر بخفض الجهد المتردد من 220 v أو 120 v إلى 24 v أو 12 v أو 5 v ، وتستخدم المحولات أيضاً في دوائر إشعال الثايرستور والترياك ، وللمحولات استخدامات أخرى متعددة في الدوائر الإلكترونية .

ويتكون المحول في العادة من ملفين **أحدهما** يسمى بالملف الابتدائي ، **والثاني** يسمى بالملف الثانوي، والشكل (٢-٩) يعرض نموذجاً لأحد المحولات والدائرة المكافئة لمحول له ملف ابتدائي عدد لفاته N_1 ، ومسلط عليه جهد متردد V_1، ويمر به تيار I_1، وله ملف ثانوي عدد لفاته N_2، ويمر به تيار I_2 ويوجد جهد على أطرافه V_2 .





الشكل (٢ – ٩)

والمعادلة 2.1 تسمى بمعادلة المحول :

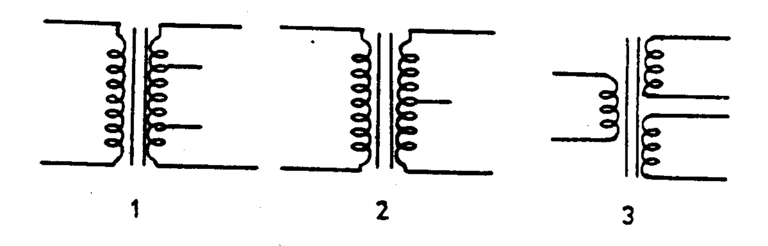
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_1}{N_2} \qquad \rightarrow 2.1$$

وعادة يختار المحول تبعاً للجهود المطلوبة فى الابتدائى والثانوى ، وكذلك تبعاً لسعة المحول (VA) والتى نحصل عليها من المعادلة 2.2 :

$$VA = V_2 I_2 = V_1 I_1 \ (VA) \rightarrow 2.2$$

وبعض المحولات تحتوى على أكثر من ملف ثانوى للحصول على أكثر من جهد من الجانب الثانوى، والآخر يحتوى على ملف ثانوى بنقطة منتصف أو أكثر .

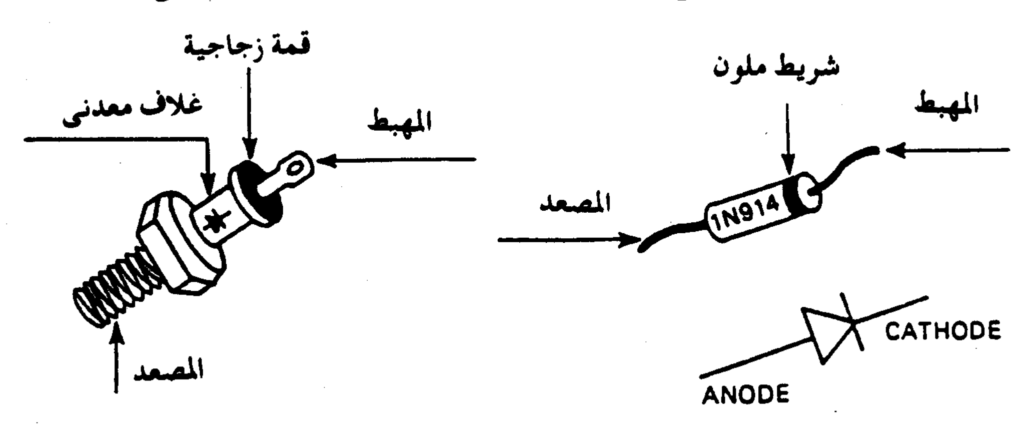
وفيما يلى رموز بعض أنواع من المحولات ، فالرمز 1 لمحول بعدة نقاط تفرع ، والرمز 2 لمحول بملف ثانوى بنقطة منتصف (نقطة تفرع) ، والرمز 3 لمحول بملفين ثانويين .



أما محولات النبضات فتستخدم لعزل دائرة إشعال الثايرستور أو الترياك عن دائرة القدرة ، وعادة فإن محولات النبضات تكون لها نسبة تحويل $N_2 : N_1$ ومساوية 1 : 1 هذا يعنى أن عدد لفات الملف الابتدائى يساوى عدد لفات الملف الثانوى ، ولكن هذا لا يعنى أن عدد لفات كل منهما لفة واحدة .

٤/٢ - الثنائيات (الموحدات) Diodes :

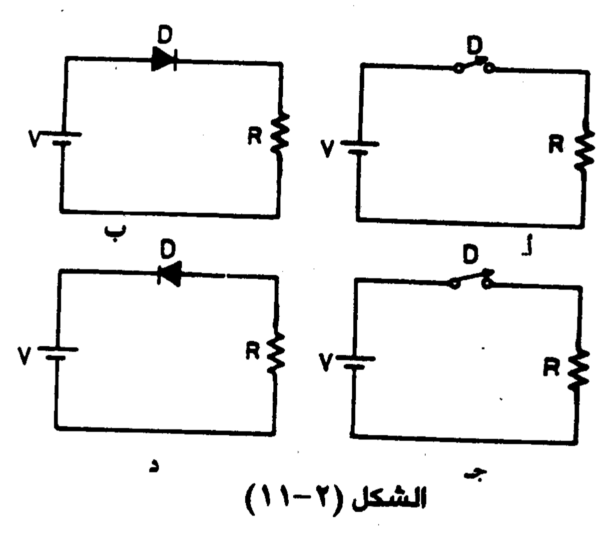
يتكون الثنائى عادة من وصلة ثنائية P - N مصنوعة من أشباه الموصلات مثل السليكون (Si) أو الجرمانيوم (Ge) ، ويتواجد الثنائى عادة فى الأسواق على شكل اسطوانة مرسوم عليها شريط ملون على أحد جانبيه للدلالة على مكان المادة السالبة (N) والتى تمثل المهبط Cathode، أما الجانب الآخر فيمثل المادة الموجبة (أ) والتى تمثل المصعد Anode . والشكل (٢ - ١٠) يعرض نموذجاً لثنائى صغير طراز 1N 914 ورمزه ، وكذلك صورة لثنائى كبير .



الشكل (٢ - ١٠)

ويعتبر الثنائى فى الوضع الطبيعى كمفتاح مفتوح، وبمجرد تعريضه لانحياز أمامى Forward bias أى ارتفاع جهد المصعد A عن المهبط K بمقدار 0.7v تقريباً وذلك لثنائى السليكون يصبح كمفتاح مغلق ويكون اتجاه مرور التيار الكهربى من المصعد للمهبط، ويقال إن الثنائى فى حالة وصل ON أما عند تعريض الثنائى لانحياز عكسى Reverse bias أى تعريض المهبط Cathode لجهد موجب بالنسبة لجهد المصعد Anode يمر تيار صغير جداً يسمى بتيار التسرب Leakage Current ، ويعمل الثنائى كمفتاح مفتوح، ويقال إن الثنائى

فى حالة قطع OFF .



الشكل (٢-١١)

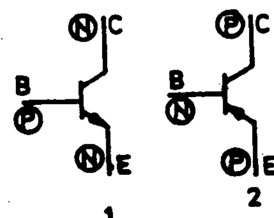
والشكل (٢ - ١١) يبين طريقة عمل الثنائى . ففى الشكل (ب) دائرة تحتوى على ثنائى وبطارية ومقاومة ، ويكون الثنائى فى حالة انحياز أمامى ، والشكل (أ) يبين الدائرة المكافئة للشكل (ب) .

وفى الشكل (د) دائرة تحتوى على ثنائى وبطارية ومقاومة، حيث يكون الثنائى منحازاً عكسياً، والشكل (جـ) يبين الدائرة المكافئة للشكل (د) . علماً بأن المقاومة تمثل الحمل .

والجدير بالذكر أن ثنائى السليكون يوصل عند جهد أمامى 0.7V ، بينما يوصل ثنائى الجرمانيوم عند جهد أمامى 0.3V ، لذلك يقال إن فقد الجهد فى ثنائى السليكون عندما يكون منحازاً أمامياً مساوياً 0.7V تقريباً ، فى حين أن فقد الجهد فى ثنائى الجرمانيوم عندما يكون منحازاً أمامياً يساوى 0.3V تقريباً .

٢ / ٥ - الترانزستور ثنائى القطبية Bipolar transistor :

يتكون الترانزستور ثنائى القطبية من وصلة ثلاثية ، إما أن تكون NPN أو PNP وله ثلاثة أطراف ، الطرف الأول يسمى المجمع (c) ، والطرف الثانى يسمى القاعدة (B) ، والطرف الثالث يسمى الباعث (E) ، وفيما يلى رموز الترنزستورات ثنائية القطبية. فالرمز 1 لترانزستور NPN ، والرمز 2 لترانزستور PNP ، ويبين اتجاه السهم الموضوع عند الباعث نوع الترانزستور ، فالسهم الداخل للقاعدة يعنى ترانزستور PNP والسهم الخارج من القاعدة يعنى ترانزستور NPN .

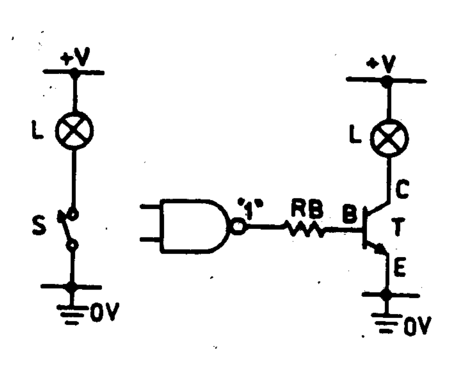


ويستخدم الترانزستور عادة كمفتاح لوصل وقطع التيار الكهربى فى الدوائر الرقمية ، كما يستخدم فى رفع مستوى تيار البوابات المنطقية . فالشكل (٢ – ١٢) يبين طريقة توصيل ترانزستور NPN ، كمفتاح فى دوائر التيار المستمر (أ) والدائرة الكهربية المكافئة باستخدام المفتاح اليدوى S (ب) . فعندما يكون خرج البوابة المنطقية عالياً فإن جهد القاعدة B يصبح أعلى من جهد الباعث E فيمر تيار القاعدة I_B ، ويتحول الترانزستور من حالة القطع Cut off إلى حالة الوصل ON ، ويمر تيار المجمع I_C فتضىء اللمبة L_1 ، وعندما يصبح خرج البوابة منخفضاً يتحول الترانزستور لحالة القطع ، أى يصبح تيار المجمع I_C مساوياً الصفر.

ب أ

الشكل (٢ – ١٢)

والشكل (٢ – ١٣) يوضح طريقة استخدام ترانزستور PNP كمفتاح فى دوائر التيار المستمر (أ) ، والدائرة المكافئة الكهربية باستخدام المفتاح اليدوى S (ب)، فعندما يكون خرج البوابة المنطقية منخفضاً ، فإن الترانزستور T سيتحول لحالة الوصل، وذلك لأن جهد القاعدة B أصبح منخفضاً عن جهد الباعث E ، ويمر تيار سالب فى القاعدة ويتحول



الشكل (٢ – ١٣)

الترانزستور لحالة الوصل ويمر تيار الباعث فيضىء المصباح L_1. ، وعندما يصبح خرج البوابة

عالياً يتحول الترانزستور T لحالة القطع أى يصبح تيار الباعث I_E مساوياً الصفر .

وحتى يعمل الترانزستور كمفتاح مغلق يجب أن تتحقق العلاقة التالية :

$$I_B \geq 2.5 \frac{I_C}{h_{FE}} \qquad \rightarrow \quad 2.3$$

حيث إن :

I_B تيار القاعدة .

I_C تيار المجمع .

H_{FE} معامل كسب التيار . وتعرف من ورقة البيانات للترانزستورات Data sheet

ويمكن تعيين قيمة المقاومة R_B من المعادلة التالية :

$$R_B = \frac{V_i - 0.7}{I_B} \quad \rightarrow \quad 2.4$$

حيث إن :

R_B المقاومة التى توصل بقاعدة الترانزستور .

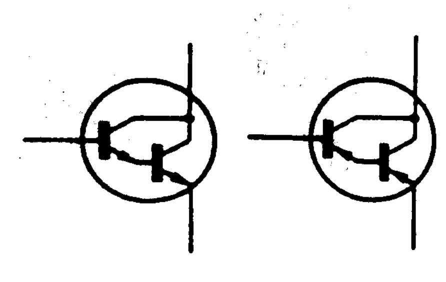
V_i الجهد الداخل على قاعدة الترانزستور من البوابة المنطقية .

وتعرف النسبة بين تيار المجمع I_C ، وتيار القاعدة I_B بمعامل كسب التيار Current gain

وتعرف من ورقة البيانات للترانزستور بالمعامل β أو المعامل H_{FE} ويساوى :

$$H_{FE} = \frac{I_C}{I_B} \quad \rightarrow \quad 2.5$$

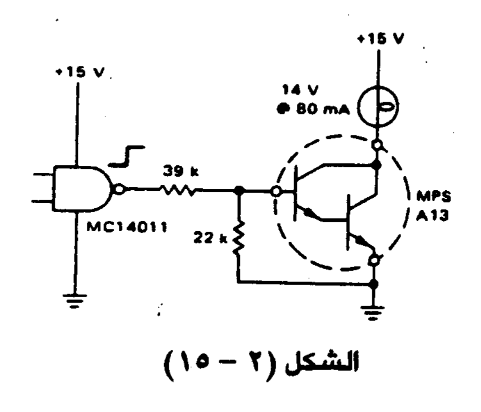
ويتراوح هذا المعامل ما بين 300 : 100 ، ويمكن زيادة معامل كسب التيار للترانزستور بقيم تصل إلى 2000 : 1000 بربط عدد 2 ترانزستور معاً كما بالشكل (٢ – ١٤) . والجدير بالذكر أنه يوجد ترانزستورات "دارلنجتون" وهى تحتوى – داخلياً – على ترانزستورين موصلين معاً كما هو مبين بالشكل (٢ – ١٤) ويكون معامل كسب التيار لهذه الترانزستورات مساوياً حاصل ضرب معامل كسب التيار للترانزستورين



الشكل (٢ – ١٤)

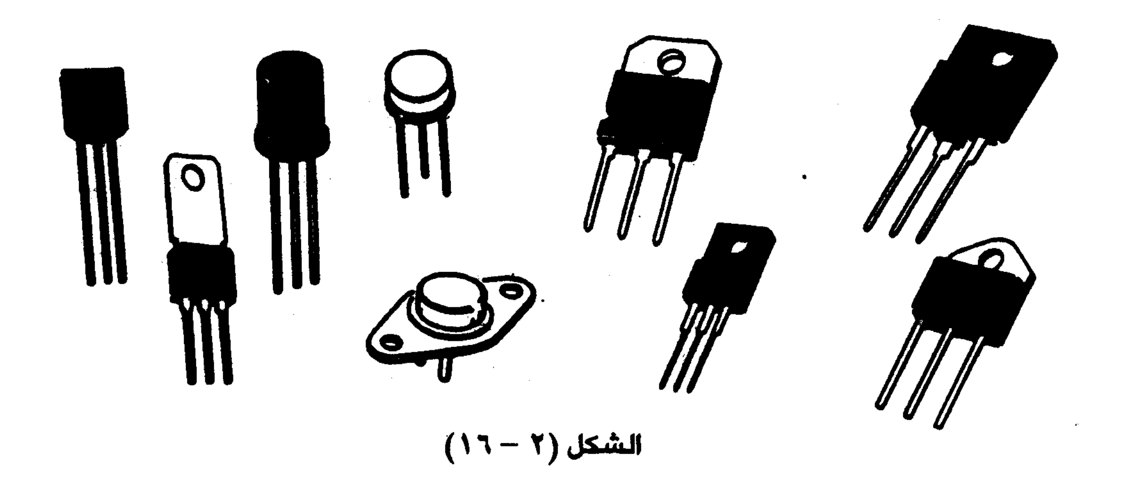
المكافئين .

والشكل (٢ – ١٥) يبين طريقة استخدام ترانزستور « دار لنجتون » نوع NPN طراز MPS-A13 كمفتاح فعندما تصل إشارة رقمية عالية من دائرة CMOS طراز MC 14011 يتحول ترانزستور « دارلنجتون » لحالة الوصل فتضيء اللمبة، وعندما تصل إشارة رقمية منخفضة من دائرة CMOS طراز MC14011 يتحول ترانزستور « دار لنجتون » لحالة القطع ، وتنطفيء اللمبة .



الشكل (٢ – ١٥)

والجدير بالذكر أن جهد تشغيل اللمبة هو 15 VDC وتيار تشغيلها هو 80 mA. وباستبدال ترانزستور « دار لنجتون » نوع NPN بآخر PNP طراز MPS-A65 فإن اللمبة سوف تضيء عند الحالة المنخفضة بدلاً من الحالة العالية لخرج البوابة MC 14011. والشكل (٢– ١٦) يعرض نماذج مختلفة للترانزستورات المتوفرة بالأسواق .



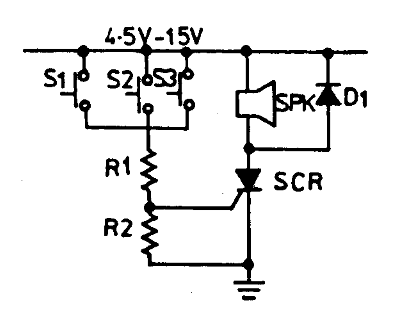
الشكل (٢ – ١٦)

٦/٢ - الثايرستور SCR :

يستخدم الثايرستور كمفتاح فى دوائر التيار المستمر وكموحد فى دوائر التيار المتردد، وذلك فى الاستخدامات التى تحتاج لتيارات عالية ، وللثايرستور ثلاثة أطراف وهى المهبط K ، والمصعد A ، والبوابة G . وعند وجود فرق جهد موجب بين البوابة والمهبط يتحول الثايرستور لحالة الوصل ويصبح مكافئاً لمفتاح مغلق ، ويظل على هذا الحال حتى بعد انعدام فرق الجهد بين البوابة والمهبط إلى أن ينخفض التيار المار فيه عن الحد الأدنى اللازم لإبقاء الثايرستور فى حالة الوصل والذى يسمى بتيار الإمساك .

وفيما يلى رمز الثايرستور

والشكل (٢ - ١٧) يبين فكرة عمل الثايرستور لتشغيل سماعة SPK



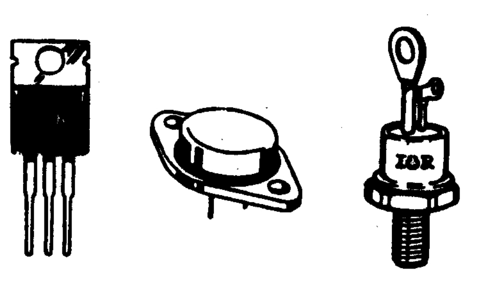
الشكل (٢ - ١٧)

فعند الضغط على أحد الضواغط S_1, S_2 , S_3 فإن الجهد +15V سوف يقسم بالتساوى على المقاومتين R_1 ,R_2 لانهما متساويتان ، وبالتالى يصبح فرق الجهد بين البوابة والمهبط 7.5V فيتحول الثايرستور لحالة الوصل ON ويمر تيار كهربى عبر السماعة ماراً بالمصعد A والمهبط k .

وعند إزالة الضغط عن الضاغط فإن الثايرستور سيظل فى حال ON وتظل السماعة فى حالة ON إلى أن يتم الضغط على الضاغط S_4 ، فينخفض التيار المار فى الثايرستور عن الحد الأدنى اللازم لإبقائه فى حالة توصيل (تيار الإمساك) ويتحول الثايرستور لحالة القطع Turn off.

والجدير بالذكر أن الثنائى D_1 يعمل على خمد القوة الدافعة الكهربية المتولدة عن انقطاع التيار عن ملف بوق الإنذار ، وبالتالى يمنع تلف الثايرستور .

والشكل (٢ – ١٨) يعرض نماذج مختلفة للثايرستورات المتوفرة بالأسواق .



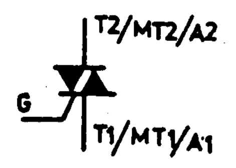
الشكل (٢ – ١٨)

٢ / ٧ – الترياك Triac :

يستخدم الترياك كمفتاح فى دوائر التيار المتردد وذلك فى الاستخدامات التى تحتاج لتيارات عالية .

وللترياك ثلاثة أطراف وهى القاعدة T_1 ، والقاعدة T_2 ، والبوابة G، وفى الوضع الطبيعى يكون الترياك فى حالة قطع cut off ويعمل كمفتاح مفتوح ، وبمجرد تسليط فرق جهد بين البوابة G والقاعدة T_2 يتحول الترياك لحالة الوصل ON ويمر التيار الكهربى فى الترياك طالما يوجد فرق جهد مستمر بين البوابة والقاعدة T_2 .

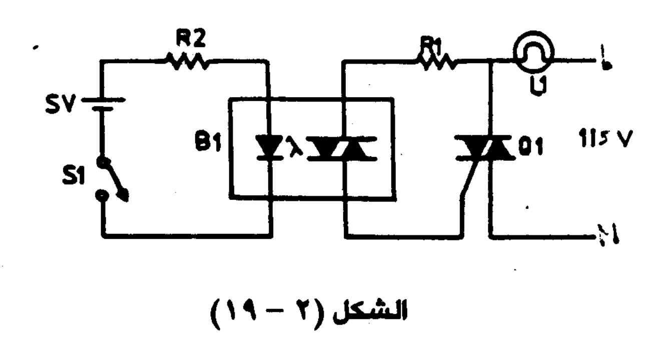
وفيما يلى رمز الترياك :



والشكل (٢ – ١٩) يوضح فكرة عمل الترياك فى دوائر التيار المتردد لتشغيل اللمبة L_1 .

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية	47Ω
R_2	مقاومة كربونية	360 Ω
Q_1	ترياك طراز	2N 6342A
B_1	وحدة ارتباط ضوئية	MOC 3011
S_1	مفتاح قطب واحد ، سكة واحد	



الشكل (٢ – ١٩)

نظرية التشغيل :

فعند غلق المفتاح S_1 فإن وحدة الارتباط الضوئى B_1 سوف تعمل نتيجة لمرور تيار كهربى فى الثنائى المشع لها ، وبالتالى يتحول ترياك وحدة الارتباط الضوئى لحالة الوصل ، ويصبح كما لو كان مفتاحاً مغلقاً، وينشأ عن ذلك تولد فرق جهد بين البوابة G والقاعدة T_2 للترياك الرئيسى Q_1 ، فيتحول الترياك الرئيسى لحالة الوصل وتضىء اللمبة L_1 ، وتظل اللمبة L_1 مضيئة طالما ان المفتاح S_1 مغلق ، ولكن بمجرد فتح المفتاح S_1 يتحول ترياك وحدة الارتباط الضوئى لحالة القطع مما يؤدى إلى اختفاء فرق الجهد بين البوابة G والقاعدة T_2 للترياك الرئيسى ، فيتحول هو الآخر لحالة القطع وينطفىء المصباح L_1 .

والجدير بالذكر أن الترياك يعمل عند وصول نبضة إشعال للبوابة G ويوجد أربعة أوجه مختلفة لنبضة الإشعال وهى كما يلى :

١ - نبضة إشعال لها جهد موجب وتيار موجب ، حيث تكون قطبية كل من T_2 و G موجبة ويطلق على هذه الحالة بحالة الإشعال +I .

٢ - نبضة إشعال لها جهد سالب ، وتيار سالب حيث تكون قطبية T_2 موجبة وقطبية G سالبة ويطلق على هذه الحالة بحالة الإشعال -I .

٣ - نبضة إشعال لها جهد سالب ، وتيار سالب ، حيث تكون قطبية T_2 سالبة وقطبية G موجبة ، ويطلق على هذه الحالة بحالة الإشعال +III .

٤ - نبضة إشعال لها جهد سالب وتيار سالب ، حيث تكون قطبية T_2 سالبة وقطبية G سالبة ويطلق على هذه الحالة بحالة الإشعال -III .

علماً بأن حساسية الترياك تكون أفضل ما يمكن فى حالة الإشعال - III ، +I ، وتكون أقل قليلاً فى حالة الإشعال -I وتكون أقل ما يمكن فى حالة الإشعال + III .

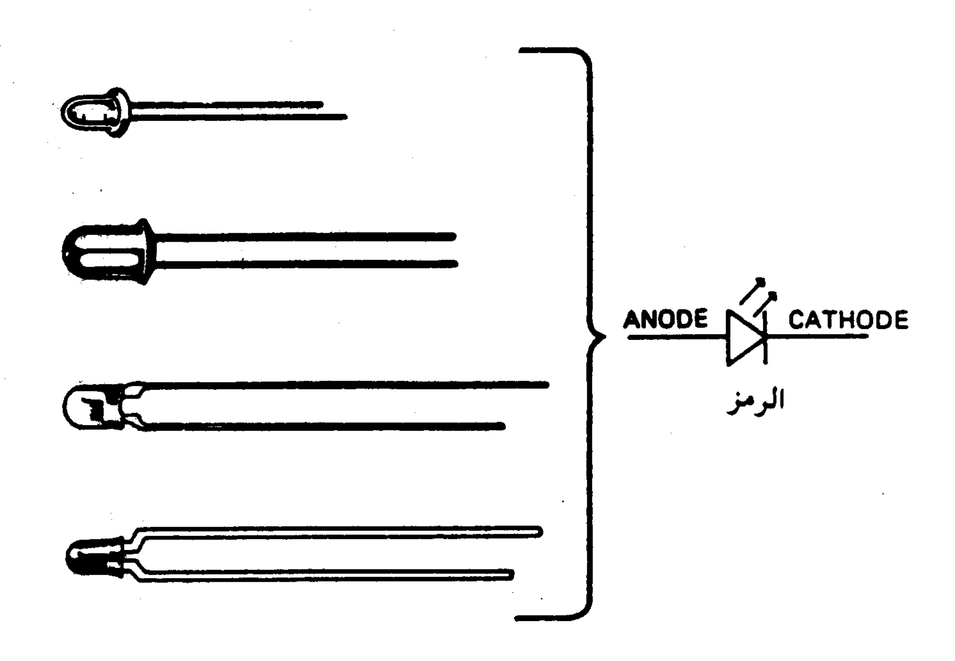
٢ / ٨- الالكترونيات الضوئية :

إن جميع أشباه الموصلات تتفاعل مع الضوء لحد ما ، مما دفع المصممين لتصميم بعض العناصر الالكترونية ، لتعمل كحساسات ضوئية أو باعثات للضوء ، وسوف نتناول العناصر الالكترونية الضوئية فى الفقرات التالية :

١/٨/٢- الثنائى الباعث للضوء LED :

يشبه الثنائى الباعث للضوء LED لحد كبير اللمبات الصغيرة ، ويتواجد بألوان مختلفة ، وهو يستخدم كلمبة إشارة ، والشكل (٢ - ٢٠) يعرض أشكالاً مختلفة للثنائيات الباعثة للضوء ورمزها .

وعادة لاينبعث ضوء من LED إلا عندما يكون منحازاً أمامياً بجهد أكبر من 2V ، أما عندما يكون LED منحازاً عكسياً فإنه لا يمرر تيار وبالتالى لا يضئ .



الشكل (٢ - ٢٠)

ويوجد ألوان مختلفة من الثنائيات الباعثة للضوء مثل : الأحمر والأصفر والبرتقالى والأخضر والأزرق ، وتعتمد شدة إضاءة LED على شدة التيار المار فيه والتى تتراوح ما بين (5 : 25 mA).

وهناك نوعان من الثنائيات الباعثة للضوء تبعاً لنوع الضوء المنبعث وهما :

ثنائيات باعثة للضوء المرئى VLED .

ثنائيات باعثة للضوء الغير مرئى مثل : الأشعة تحت الحمراء IRLED .

وعادة توصل مقاومة على التوالى مع LED لتحديد شدة التيار المار . والجدول (٢ - ٤) يبين قيم المقاومة التى توصل بالتوالى مع LED عند الجهود المختلفة علماً بانه يوجد ثلاثة أنواع من الثنائيات الباعثة للضوء :

الأول منخفض القدرة تيارها (5 mA) .

والثانى قياسى ، وتياره (10 mA) .

والثالث عالى القدرة ، وتياره (20 mA) .

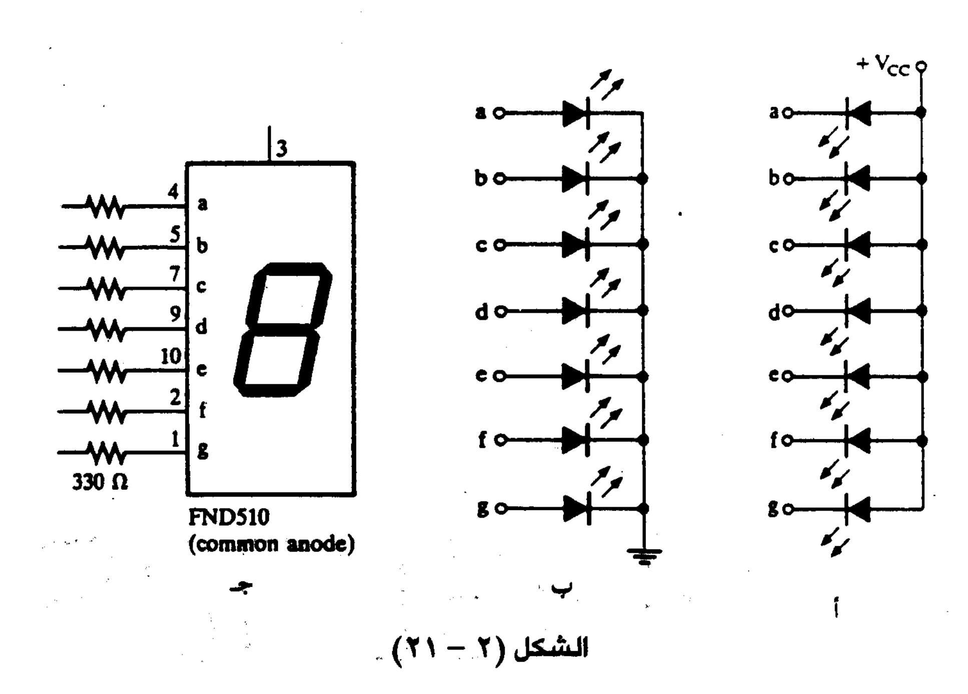
الجدول (٢ - ٤)

ثنائى عالى القدرة	ثنائى قياسي	ثنائى منخفض	جهد الإمداد (V)
56 Ω	180 Ω	220 Ω	3 V
150 Ω	270 Ω	680 Ω	5 V
220 Ω	390 Ω	820 Ω	6 V
390 Ω	680 Ω	1.5 kΩ	9 v
560 Ω	1.0 kΩ	2.2 kΩ	12 V
680 Ω	1.2 kΩ	2.7 kΩ	15 V
820 Ω	1.5 kΩ	3.3 kΩ	18 V
1.2 kΩ	2.2 kΩ	4.7 kΩ	24 V

وتستخدم الثنائيات الباعثة للضوء على نطاق واسع فى صناعة وحدات العرض الرقمية ذات السبع شرائح Seven segment displays والتى تستخدم فى أجهزة القياس والحاسبات الالكترونية والساعات الرقمية ... إلخ .

وتتكون وحدة العرض الرقمية من 7 ثنائيات باعثة للضوء مبطلة وهى تتواجد فى صورتين: إما بمصعد مشترك Common Anode ، أو مهبط مشترك Common Cathode.

والشكل (٢ - ٢١) يعرض شكل دائرة وحدة عرض رقمية بمصعد مشترك (أ) ، ودائرة وحدة عرض رقمية ذات مهبط مشترك (ب) ، وشكلاً تخطيطاً لوحدة عرض رقمية بمصعد مشترك طراز FND 510 ، بحيث توصل مهابط الثنائيات السبعة بمقاومات 330 Ω لتحديد التيار . عندما يكون جهد الإمداد 5V +.

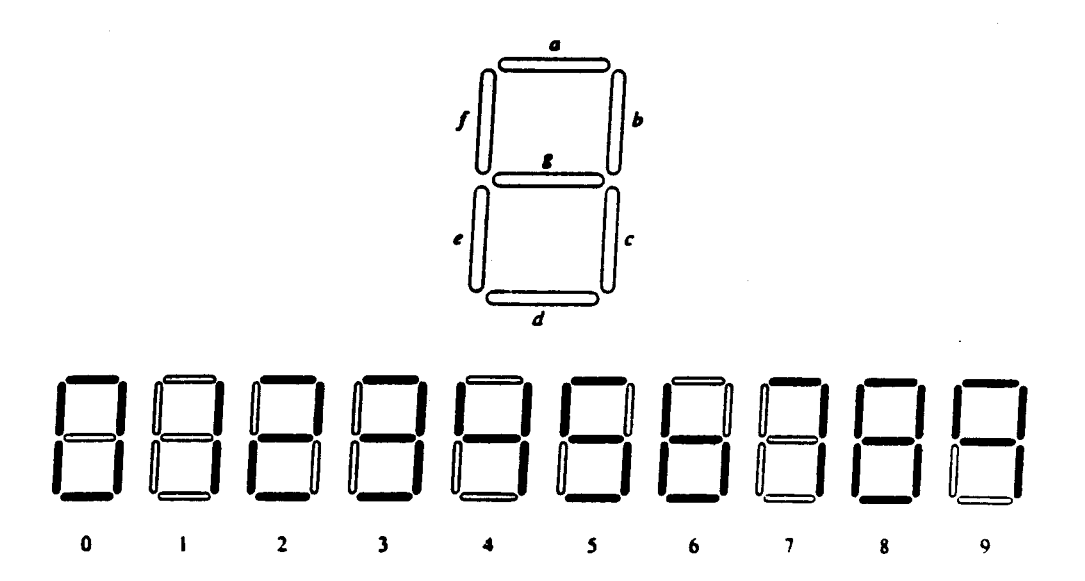


الشكل (٢ - ٢١)

والجدول (٢ - ٥) يبين طريقة استخدام وحدات العرض ذات الشرائح السبعة ذات المصعد المشترك والمهبط المشترك .

الرقم الظاهر	الثنائيات المضيئة	جهد أطراف الثنائيات المضيئة	
		مصعد مشترك	مهبط مشترك
0	a, b, c, d, e, f	+ Vcc	أرضي
1	b, c	+ Vcc	أرضي
2	a, b, g, c, d	+ Vcc	أرضي
3	a, b, c, d, g	+ Vcc	أرضي
4	b, c, f, g	+ Vcc	أرضي
5	a, c, d, f, g	+ Vcc	أرضي
6	c, d, e, f, g	+ Vcc	أرضي
7	a, b, c	+ Vcc	أرضي
8	a, b, c, d, e, f, g	+ Vcc	أرضي
9	a, b, c, f, g	+ Vcc	أرضي

والشكل (٢ – ٢٢) يبين كيفية الحصول على الأعداد 9 - 0 على وحدة عرض رقمية .



الشكل (٢ – ٢٢)

الباب الثالث
مصادر القدرة المستمرة
DC Power Supplies

مصادر القدرة المستمرة DC Power Supplies

٣/ ١ - مقدمة :

فى هذا الباب سنتعرض لمصادر التيار المستمر، والتى تتألف من محول وعناصر توحيد .

وهذه المصادر تكون إما منتظمة **Regulated** أو غير منتظمة **Unregulated** ، وتتميز مصادر القدرة المنتظمة بثبات الجهد الخارج أو تيار الحمل ، والجدير بالذكر أنه توجد عدة عوامل تؤثر على الجهد الخارج من مصدر القدرة وهى :

- جهد الخط لمصدر التيار المتردد .
- تيار الحمل .
- درجة الترشيح .

وسوف نقيس أداء مصادر القدرة بالمتغيرات التالية :

١ - معامل طرد التموجات **Ripple Rejection Factor** : وهو قدرة المرشح أو المنظم على تقليل الذبذبات الموجودة فى الجهد الداخل عليه ، ويعبر عنه بالديسيبل :

$$= 20 \log_{10} \left(\frac{Vri}{Vro} \right) \rightarrow 3.1$$

حيث إن :

قيمة جهد التموج فى الدخل Vri

قيمة جهد التموج فى الخرج Vro

٢ - تنظيم الخط **Line Requlation (LR)** : وهو تغير قيمة جهد الخرج المستمر ، والناتج عن تغير جهد الخط المتردد مع ثبات باقى المتغيرات ، ويساوى :

$$LR = V_{nL} - V_{fL} \rightarrow 3.2$$

حيث إن :

جهد الخرج عن اللاحمل V_{nL}

جهد الخرج عند الحمل الكامل V_{fL}

٣ – تنظيم الحمل Load Regulation (LDR) : وهو تغير قيمة جهد الخرج ، والناتج عن تغير الحمل مع ثبات باقى المتغيرات ويساوى :

$$LDR = (Vo\ max - Vo\ min) \rightarrow 3.3$$

حيث إن :

جهد الخرج الأقصى $Vo\ max$

جهد الخرج الأدنى $Vo\ min$

علماً بأن $Vo\ max$, $Vo\ min$ يقاسان عند حدود معينة لتيار الخرج Io .

٣/ ٢ – دوائر مصادر القدرة الأساسية الغير منتظمة :

إن أكثر الأجهزة الالكترونية تستخدم مصادر قدرة تقليدية ، والتى تتكون من :

١ – محول خفض يقوم بخفض جهد مصدر التيار المتردد للجهد المطلوب ، كما أنه يقوم بعزل مصدر التيار المستمر عن مصدر التيار المتغير .

٢ – وحدة التوحيد والترشيح ، وتقوم بتحويل الجهد المتردد على الجانب الثانوى للمحول لجهد مستمر ناعم (بدون ذبذبات) .

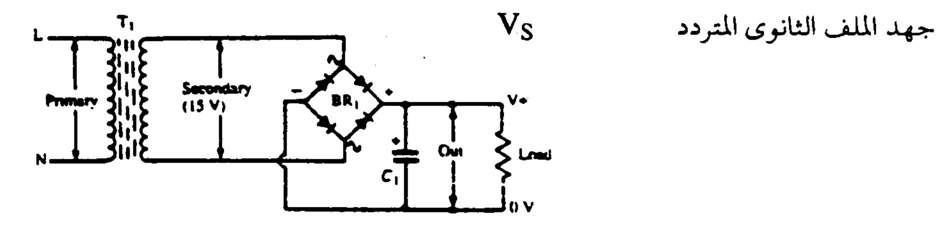
والشكل (٣ – ١) يعرض نموذجاً للدائرة التى يكثر استخدامها كمصدر قدرة غير منتظم، وفيما يلى العلاقة بين جهد الخرج المستمر وجهد الملف الثانوى المتردد للمحول :

$$V_o = 1.41\ V_S \rightarrow 3.4$$

حيث إن :

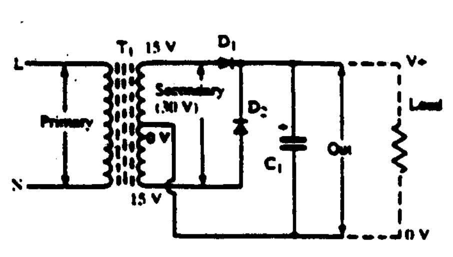
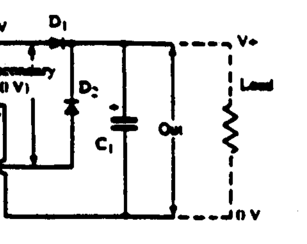
جهد الخرج المستمر على أطراف الحمل V_O

جهد الملف الثانوى المتردد V_S



الشكل (٣ – ١)

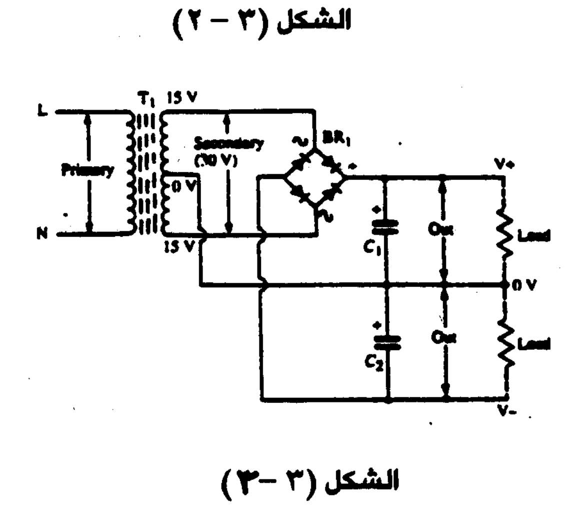
والشكل (٣ - ٢) يعرض نموذجاً آخر لدائرة مصدر قدرة مستمر وغير منتظم باستخدام محول بنقطة تفرع فى المنتصف فى ملفه الثانوى، وفيما يلى العلاقة بين جهد الخرج المستمر وجهد الملف الثانوى المتردد للمحول : $V_O = 0.71\ V_S \rightarrow 3.5$

الشكل (٣ - ٢)

والشكل (٣ - ٣) يعرض نموذجاً آخر لدائرة مصدر قدرة مستمر وغير منتظم ومزدوج ، أى يعطى جهداً موجباً +V وجهداً سالباً -V فى آن واحد حيث إن :

$$+V_O = -V_O = 0.71\ V_S \rightarrow 3.6$$



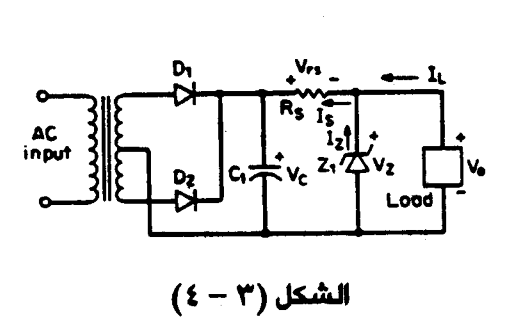
الشكل (٣ -٣)

٣/٣ - مصادر القدرة ذات المنظمات المتوازية Shunt-Regulated Power Supplies

الشكل (٣ - ٤) يعرض مصدر قدرة بمنظم جهد متواز ، عبارة عن موحد زينر ، يوصل بالتوازى مع الحمل ، وهذه الدائرة تستخدم فى التطبيقات التى تحتاج لتيار منخفض لا يتعدى 100 mA ، والمعادلات التالية مفيدة عند اختيار عناصر هذه الدائرة .

$$V_O = V_Z = V_C - I_S R_S \rightarrow 3.7$$

$$I_S = I_Z + I_L \rightarrow 3.8$$



الشكل (٣ - ٤)

حيث إن :

جهد الخرج على أطراف المستمر V_O

جهد موحد الزينر V_Z

الجهد على أطراف المكثف C_1 V_C

تيار موحد الزينر I_Z

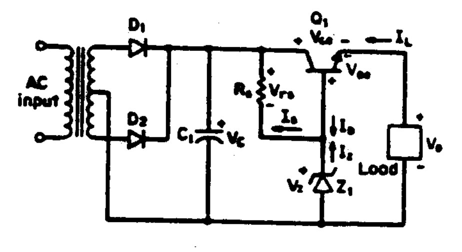
تيار الحمل I_L

التيار المار فى المقاومة R_S I_S

ويقوم موحد الزينر Z_1 بالمحافظة على جهد أطراف الحمل ثابتة .

٤/٣ - مصادر القدرة ذات المنظمات المتوالية Series-Regulated Power Supplies

الشكل (٣ - ٥) يعرض نموذجاً لمصدر قدرة بمنظم جهد متوالٍ ، حيث يستخدم الترانزستور Q_1 لامتصاص الفرق فى الجهد بين جهد الدخل ، وجهد الخرج ولزيادة تيار الحمل، والمعادلات التالية مفيدة عن اختيار العناصر المختلفة لهذه الدائرة .



$$V_O = V_C - Vce \rightarrow \quad 3.9$$

$$V_O = V_Z - Vbe \rightarrow \quad 3.10$$

$$I_Z = I_S - I_b \rightarrow \quad 3.11$$

$$I_Z = \frac{V_C - V_Z}{R_S} - \frac{I_L}{H_{FE}} \rightarrow \quad 3.12$$

الشكل (٣ - ٥)

حيث إن :

جهد الحمل المستمر . V_O

الجهد على أطراف المكثف . V_C

جهد ثنائى الزينر . V_Z

فرق الجهد بين مجمع وباعث الترانزستور Q_1 . V_{ce}

فرق الجهد بين قاعدة وباعث الترانزستور Q_1 . V_{be}

تيار الزينر . I_Z

التيار المار فى المقاومة R_S . I_S

تيار قاعدة الترانزستور Q_1 . I_b

معامل كسب التيار للترانزستور Q_1 . H_{FE}

نظرية عمل الدائرة :

من المعروف أنه عند تحول الترانزستور لحالة التشبع ، فإن فرق الجهد بين قاعدة وباعث الترانزستور V_{be} يكون ثابتاً ويساوى تقريباً 0.7V ، وحيث إن جهد ثنائى الزينر V_Z ثابت، لذلك فإن جهد الحمل V_O سيكون بالطبع ثابتاً (المعادلة 3.10) .

وعند تغير جهد الخط المتردد سيتغير الجهد على أطراف المكثف V_C ، مما يؤدى لتغير فرق الجهد بين مجمع وباعث الترانزستور V_{ce} ؛ للمحافظة على بقاء V_O ثابتاً (المعادلة 3.9) .

٣/ ٥ – منظمات الجهد المتكاملة ذات الأطراف الثلاثة 3 Terminal Regulators :

تنقسم منظمات الجهد المتكاملة ذات الأطراف الثلاثة إلى :

١ – منظمات لها خرج ثابت Fixed Voltage Regulators .

٢ – منظمات لها خرج قابل المعايرة Variable Voltage Regulators .

وتتميز منظمات الجهد المتكاملة باحتوائها على نظام داخلى يعمل على قطع جهد الخرج عند تعدى تيار الحمل للقيمة العظمى المسموح بها ، وأيضاً عند ارتفاع درجة حرارتها .

٣/٥ /١ – المنظمات ذات الخرج الثابت :

تنقسم هذه المنظمات إلى عائلتين وهما :

أ – منظمات الجهد الموجبة طراز ...78 .

ب – منظمات الجهد السالبة طراز ... 79 .

علماً بأن هذه المنظمات تتواجد بقيم مختلفة لتيار وجهد الخرج ، ويمكن معرفة الجهد المقنن والتيار الأقصى لمنظم الجهد الثلاثى الأرجل ذات الخرج الثابت من الامتداد ... فالتيار الأقصى يشار إليه بالجزء الأول من الامتداد حيث إن :

L = 100 mA , بدون = 1 A , S = 2A

بينما الجهد المقنن يشار إليه بالجزئين التاليين من الامتداد ، وأهم الجهود المقننة القياسية هى (5, 6, 9, 12, 15, 24 v) .

على سبيل المثال :

7805 هو منظم جهد ثلاثى ثابت الخرج يعطى جهد خرج 5V +، وتياراً اقصى 1A ، فى حين الدائرة المتكاملة 79L15 هى منظم جهد ثلاثى ثابت الخرج يعطى جهداً مقنناً 15V - وتياراً اقصى 100 mA وهكذا .

وعادة فإن جهد دخل المنظم نحصل عليه من المعادلة :

$$V_O + 3 \le V_i \le V_O + 6$$

حيث إن :

جهد الخرج للمنظم V_O

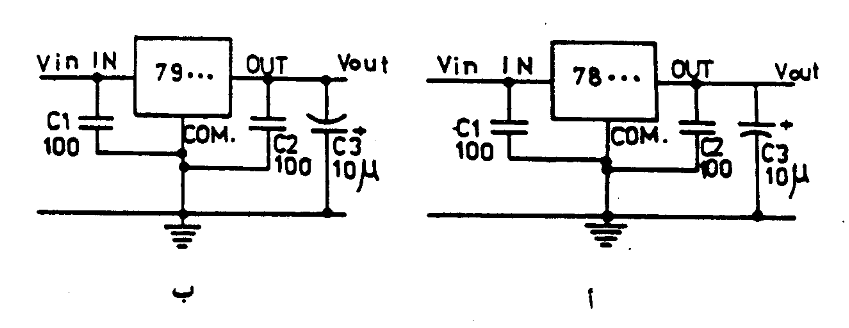
جهد الدخل للمنظم V_i

والجدول (٣ - ١) يعرض خواص منظمات الجهد الثابتة .

الجدول (٣ - ١)

الطــراز	حدود الدخل	تنظيم الخط	تنظيم الحمل	معامل طرد الذبذبات
MC 7805	7.2 : 35 V	7 mV 7V ≤ vi ≤ 25 V	40 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	68 dB 8 ≤ Vi ≤ 18 V
MC 7812	14.5V: 35 V	13 mV 14.5V≤Vi≤30V	46 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	
MC 7815	17.6V: 35 V	13 mV 27V≤Vi≤38V	52 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	56 dB 18.5 V≤Vi ≤ 28.5V
MC 7905	-7.2V: -35V	35 mV -7V≥Vi≥-25	11 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	70 dB Io = 20 mA
MC 7912	-14.5V:-35V	55 mV -14.5V≥Vi≥-30V	46 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	61 dB Io = 20 mA
MC 7915	-17.6V:-35V	57 mV -17.5≥Vi≥-30V	68 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	60 dB Io = 20 mA

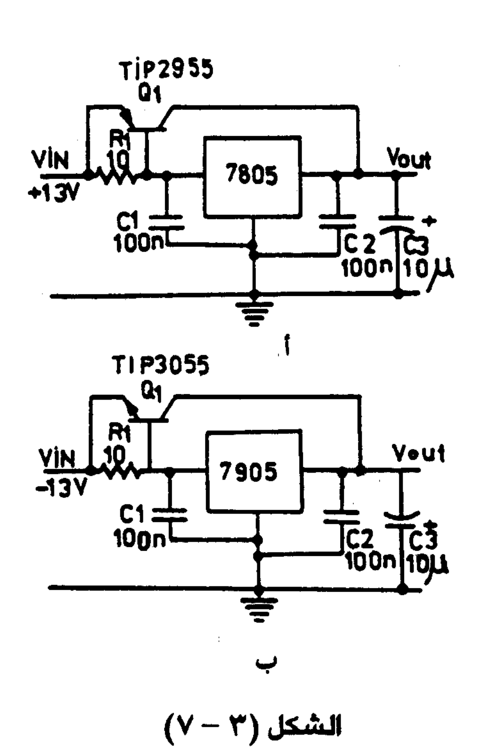
والشكل (٣ – ٦) يعرض دائرتين أساسيتين للمنظمات الثلاثية الأرجل ، الثابتة الجهد الأولى : (أ) صممت للحصول على جهد خرج موجب ، والثانية : (ب) ، صممت للحصول على جهد خرج سالب .



الشكل (٣ – ٦)

والشكل (٣ – ٧) يعرض دائرتين مختلفتين لزيادة تيار المنظمات الثابتة الجهد الثلاثية الأرجل ، فالشكل (أ) يعرض دائرة منظم يعطى تيار خرج 5A وجهد خرج موجباً ، والشكل (ب) يعرض دائرة منظم يعطى تيار خرج 5A وجهد خرج سالباً .

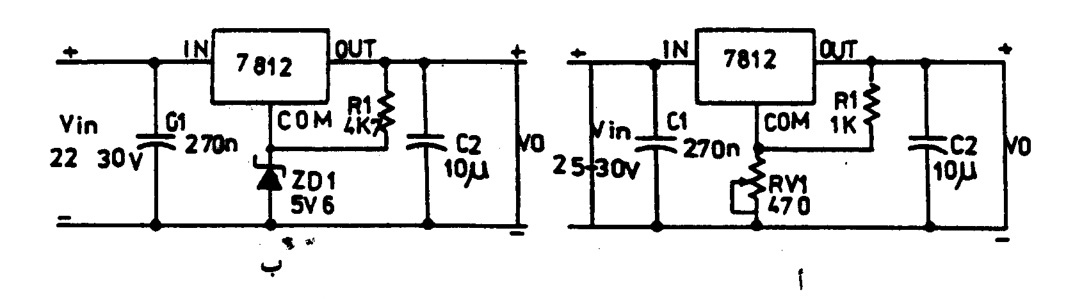
وعادة يتم توصيل مكثفات على التوازى مع مداخل ومخارج المنظمات الثلاثية الأرجل ؛ لتجنب عدم الاتزان عند الترددات العالية، علماً بأن جهد الدخل الغير منظم يجب أن يكون فى الحدود الموصى بها من قبل الشركة والمبينة فى الجدول (٣ – ١) .



الشكل (٣ – ٧)

كما أنه يجب تثبيت هذه المنظمات على مشتتات حرارة Heat sinks بأحجام تعتمد على توصيات الشركات المصنعة .

والشكل (٣ – ٨) يوضح طرق زيادة جهد الخرج للمنظمات الثلاثية الأرجل ذات الخرج الثابت .



الشكل (٣ – ٨)

ففي الشكل (أ) فإن جهد خرج المنظم يعتمد على قيمة المقاومة المتغيرة RV_1 ، ويساوى 12V عندما تكون قيمة المقاومة RV_1 مساوية الصفر، فى حين يساوى 20V عندما تكون قيمة المقاومة RV_1 مساوية $470\ \Omega$.

أما الشكل (ب) فإن جهد خرج المنظم يساوى 17.6 V ، بدلاً من 12 V ، وذلك لأن جهد الخرج يساوى جهد الخرج المعتاد للدائرة المتكاملة 7812 مضافاً إليه جهد الانحياز العكسى لثنائى الزينر ZD_1 أى أن :

$$V_O = 12 + 5.6 = 17.6V$$

٣/٥/ ٢ – المنظمات ذات الخرج القابل للمعايرة :

الجدول (٣ – ٢) يبين المواصفات الفنية لأهم الدوائر المتكاملة للمنظمات ذات الخرج القابل للمعايرة .

الجدول (٣ - ٢)

الطراز / المواصفات الفنية	LM 338 K	LM 317 T	LM 317 K	LM 317 MP	LM 317 LZ
أقصى تيار خرج	+ 5 A	+ 1.5 A	+ 1.5 A	+ 500 mA	+ 100 mA
جهد الخرج	1.2 : 32V	1.2 : 37 V	1.2 : 37 V	(1.2 : 37 V)	(1.2 : 37 V)
حدود جهد الدخل	4 : 35 V	4 : 40 V	4 : 40 V	(4 : 40 V)	(4 : 40 V)

ولهذه المنظمات ثلاثة أرجل وهى رجل الدخل ، Input ، ورجل الخرج Output ، ورجل الضبط Adjust .

وتتميز منظمات الجهد الثلاثية الأرجل ذات الخرج القابل للمعايرة بأن فرق الجهد بين رجل الخرج ورجل الضبط يساوى 1.25V .

والشكل (٣ - ١٩) يوضح طريقة توصيل منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة 338K , 317K ، ويمكن تعيين جهد الخرج من المعادلة التالية :

$$Vout = 1.25 \; (1 + \frac{RV_1}{R_1}) \rightarrow 3.13$$

أى أن :

$$Vout = 1.25 \; (1 + 0 : \frac{5000}{200})$$
$$= (1.25 : 32.5 \; V)$$

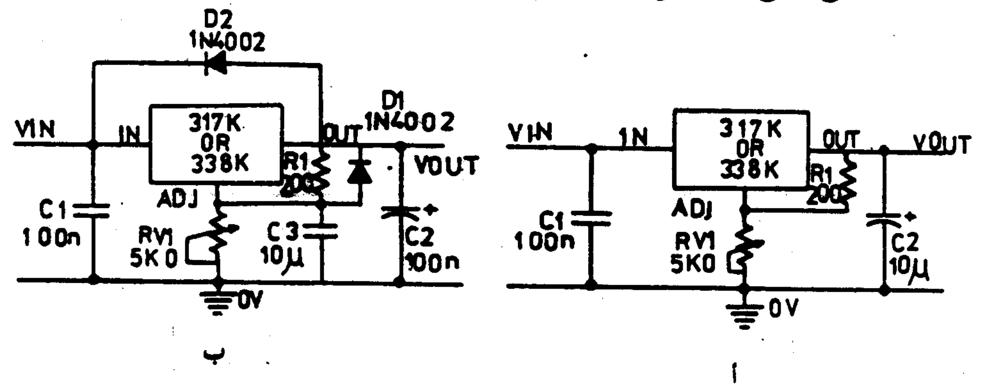
ويمكن الحصول على قيم أخرى لجهد الخرج بتغيير قيم المقاومات R_1, RV_1 بحيث لا تزيد R_1 عن ($355 \; \Omega$) .

والشكل (٣ - ٩ب) يوضح طريقة توصيل منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة 318k, 317k مع حماية كاملة للمنظم من القصر عند المدخل والقصر عند المخرج .

فعندما يحدث قصر عند المدخل فإن المكثف C_2 سوف يفرغ شحنته فى مخرج المنظم

وهذا قد يسبب لانهيار المنظم ، لذلك يوضح الثنائى D_2 لعمل مسار بديل لمرور شحنة المكثف C_2 خلاله ، ويجب ان يكون D_2 قادراً على تحمل تيار يصل إلى 15A، وهو تيار القصر .

وبالمثل فإن الثنائى D_1 يمرر شحنة المكثف C_3 عند حدوث قصر فى دخل أو خرج المنظم وبالتالى يمنع تفريغ المكثف C_3 فى المنظم .



الشكل (٣ – ٩)

٦/٣ – الدوائر العملية لمصادر القدرة المنتظمة :

الدائرة رقم 1 :

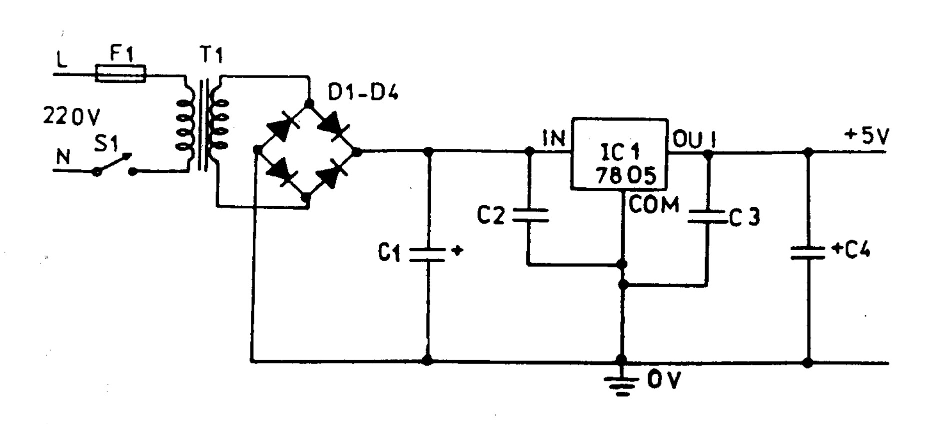
الشكل (٣ – ١٠) يعرض دائرة مصدر قدرة منتظم له جهد خرج +5V ، والحد الأقصى لتيار الخرج يساوى 1A باستخدام منظم الجهد الثلاثى الأطراف 7805 .

عناصر الدائرة :

C_1	مكثف كيميائى سعته 2200 µf ويعمل عند جهد25v .
C_2, C_3	مكثف سيراميك سعته 100 nf .
C_4	مكثف كيميائى سعته 10 µf وجهة 10v
IC_1	دائرة متكاملة لمنظم جهد ثلاثيى الأرجل طراز 7805 .
T_1	محول خفض من 220/6V وسعته 10VA.
D_1 - D_4	أربعة ثنائيات سليكونية طراز 1N 4002 .

F_1 مصهر يعمل عند تيار 500 mA .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة SPST .



الشكل (٣ – ١٠)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٣ – ١١) يعرض دائرة مصدر قدرة منتظم ومزدوج يعطى الجهود 0V , 12V + 12V - , والحد الأقصى لتيار الخرج يساوى 1A مستخدماً محولاً له ملف ثانوى بنقطة تفرع.

عناصر الدائرة :

C_1 , C_5 مكثفات كيميائية سعتها 2200 µf تعمل عند جهد25V .

C_2 , C_3, C_6, C_7 مكثفات بوليستر سعتها 100 µf .

C_4 , C_8 مكثفات كيميائية سعتها 10 µf .

IC_1 دائرة متكاملة لمنظم جهد له خرج موجب12V + طراز 7812 .

IC_2 دائرة متكاملة لمنظم جهد له خرج سالب12V – طراز 7912 .

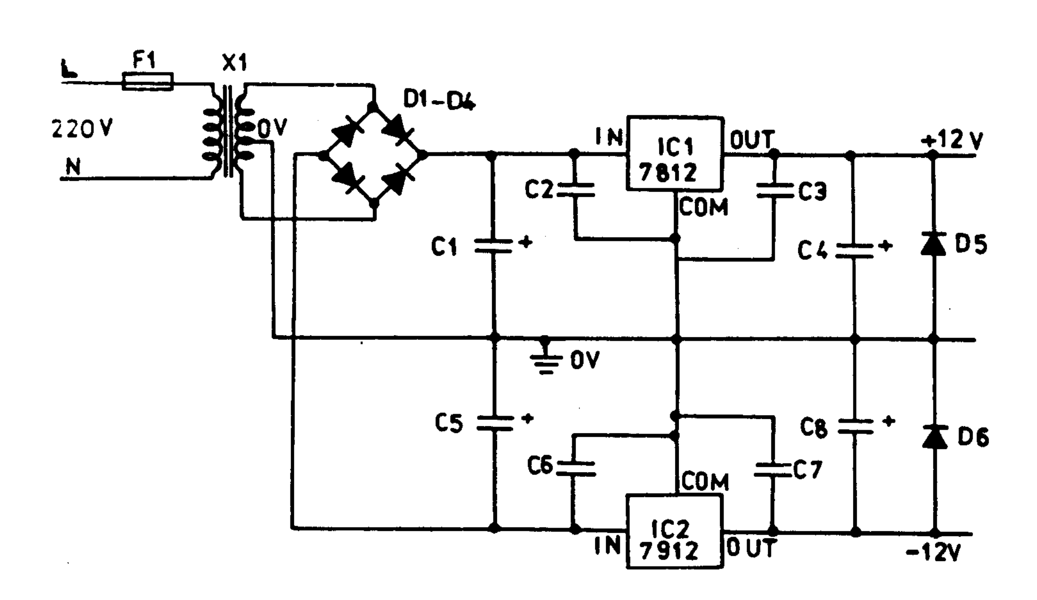
$D_1 - D_4$ أربعة ثنائيات سليكونية طراز 1N 4002 .

T_1 محول خفض جهد من 12 - 0 - 12/ 220 له نقطة منتصف فى الملف الثانوى وسعته 24VA .

D_5 , D_6 ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .

F_1 مصهر حماية يعمل عند 500 mA .

والجدير بالذكر أن الثنائى D_1 يعمل على حماية المنظم 7812 عند حدوث قصر على مخرجه ، فى حين يعمل D_2 على حماية المنظم 7912 عند حدوث قصر على مخرجه .



الشكل (٣ - ١١)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٣ - ١٢) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى جهد خرج منظم يساوى +12V ، وتيار يصل إلى 5A مع وجود حماية ضد زيادة تيار الحمل عن 5A .

عناصر الدائرة :

IC_1 منظم جهد ثلاثى الأرجل طراز 7812 .

Q_1 ترانزستور PNP طراز MJE 2955 .

Q_2 ترانزستور PNP طراز TIP 32 A .

F_1 , F_2 مصهرات حماية تعمل عند 500 mA .

T_1 محول خفض 220V / 18V سعته 100VA.

B_1 قنطرة سليكونية مربعة طراز BR6 .

C_1 مكثف كيميائى سعته 1000 μF وجهده 25V .

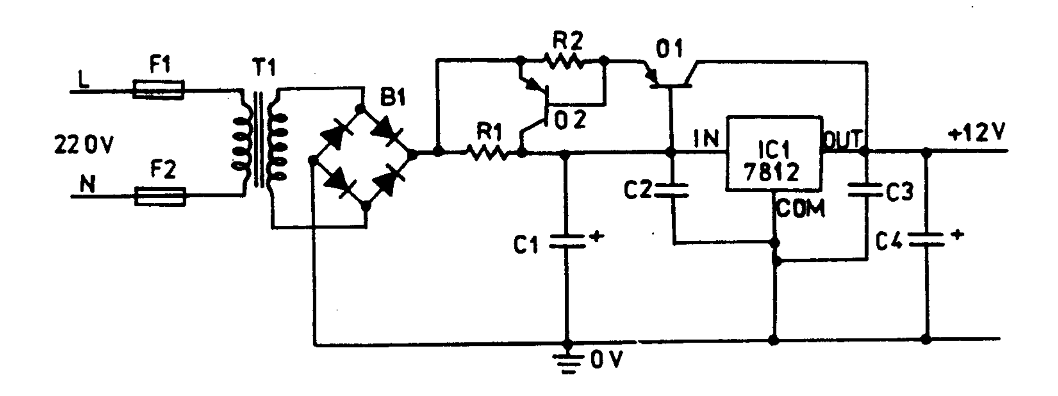
C_2, C_3 مكثفات بوليستير سعتها 100 NF .

C_4 مكثف كيميائى سعته 10μF وجهد 16 V .

R_1 مقاومة 10Ω وقدرتها 10W .



R_2 مقاومة 0.12Ω .



الشكل (٣ - ١٢)

نظرية التشغيل :

عند تيارات الحمل الأقل من 600mA فإن فرق الجهد المتولد على أطراف المقاومة R_1 غير كافٍ لتحويل الترانزستور Q_1 لحالة الوصل ON ، ولكن عند زيادة التيار عن 600mA فإن فرق الجهد على أطراف المقاومة R_1 سيكون كافياً لتحويل Q_1 لحالة الوصل ، ويمر التيار عبر الترانزستور Q_1 بدلاً من المرور عبر منظم الجهد IC_1 ، وبالتالى يزداد التيار الذى نحصل عليه من الدائرة إلى 5A .

وعندما يزداد التيار المسحوب عن 5A فإن فرق الجهد المتولد على أطراف المقاومة R_2 والتى قيمتها 0.12Ω سيكون كافياً لتحويل الترانزستور Q_2 لحالة الوصل ، فيعمل هذا الترانزستور على إحداث قصر بين باعث وقاعدة الترانزستور Q_1 ، ويتحول هذا الترانزستور لحالة الفصل .

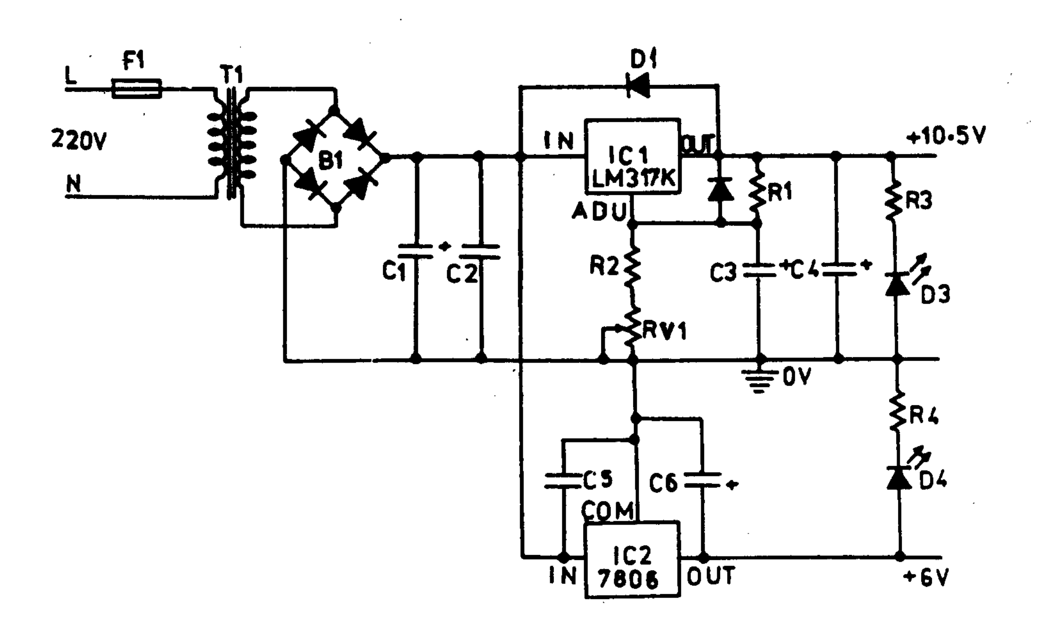
وبهذه الطريقة نحصل على حماية ذاتية من ارتفاع تيار الحمل .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٣ - ١٣) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى جهد خرج منظم وثابت يساوى +6V، وخرج منظم يمكن معايرته بواسطة المقاومة RV_1 يساوى 10.5 V + ، وتستخدم هذه الدائرة كمصدر قدرة لدائرة برمجة ذاكرات Prom ، والتى سنتناولها فى الباب الثامن .

عناصر الدائرة :

IC_1	منظم جهد له خرج يمكن ضبطه طراز LM 317 K .
IC_2	منظم جهد ثابت له جهد خرج 6V طراز 7806 .
R_1	مقاومة كربونية $1K\Omega$.
R_2	مقاومة كربونية $1.5\ K\Omega$.
R_3	مقاومة كربونية 680Ω .
R_4	مقاومة كربونية 390Ω .
RV_1	مقاومة متغيرة $1K\Omega$.
C_1	مكثف كيميائى 1500 µF وجهد تشغيله 25V .
C_2	مكثف سيراميك سعته 100 nF .
C_3, C_4, C_6	مكثف كيميائى 10 µF وجهد تشغيله 25V .
C_5	مكثف سيراميك سعته 270 nF .
D_1, D_2	ثنائى طراز 1N 4002 .
D_3, D_4	ثنائى مشع قياسى .
B_1	قنطرة لها تيار أقصى 3A طراز BR3 .
T_1	محول 220 / 14V وسعته 20VA .



الشكل (٣ – ١٣)

والجدير بالذكر أن كلا من D_2 , D_1 تعمل على حماية المنظم LM 317 K من القصر عند المدخل وعند المخرج .

ويضيء D_3 للإشارة عن وجود خرج للمنظم IC_1 فى حين يضيء D_4 للإشارة عن وجود خرج للمنظم IC_2 .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٣ – ١٤) يعرض دائرة لمصدر قدرة يعطى خرجاً منتظماً +12V وتياراً 100 mA .

عناصر الدائرة :

T_1	محول خفض 220 / 12V وسعته 3VA .
D_1 - D_4	ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .
D_5	ثنائى زينر طراز BZY 88C 5V6 .

Q_1 ترانزستور NPN طراز BFY51 .

Q_2 ترانزستور NPN طراز PN 108 .

R_1 مقاومة كربونية 470 Ω .

R_2 مقاومة كربونية 1.2 Ω .

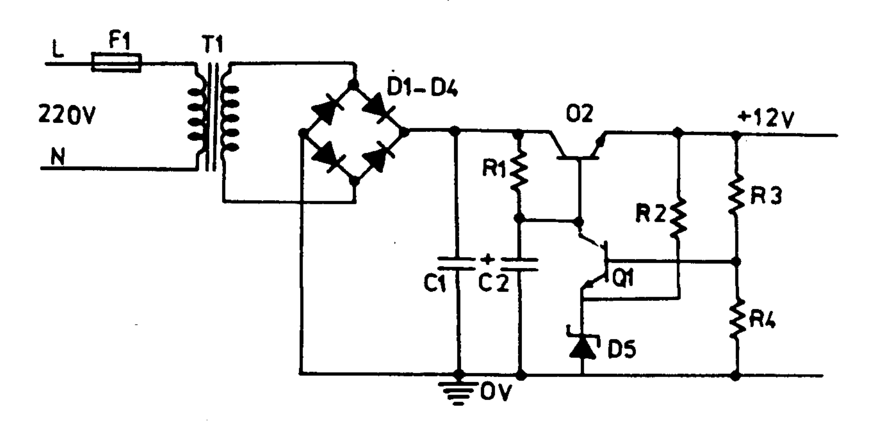
R_3 مقاومة كربونية 820 Ω .

R_4 مقاومة كربونية 1K Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 3300 μF وجهده 25V .

C_2 مكثف بوليستير سعته 0.22 μF .

F_1 مصهر سريع 500 mA .



الشكل (٣ - ١٤)

نظرية التشغيل :

تقوم قنطرة التوحيد المؤلفة من D_1 - D_4 بتوحيد موجة الجهد المتغير الخارج من المحول T_1 توحيداً كاملاً ، وتكون القيمة المتوسطة للجهد المستمر غير المنتظم على أطراف المكثف C_1 مساوية $12\sqrt{2}$ V أى 16 V تقريباً .

ويعمل الترانزستور Q_1 كمقارن يقارن إشارة من جهد الخرج المستمر المتشكل على أطراف المقاومة R_4 مع جهد ثنائى الزينر 5.6V ، وأى فرق بينهما سوف يكبر بواسطة Q_1 فمثلاً : لو

انخفض جهد الخرج المستمر المنظم نتيجة لزيادة التيار فإن جهد قاعدة Q_1 سوف يقل ، وبالتالى فإن Q_1 سوف يمرر تياراً أقل فى حين أن جهد مجمع Q_1 سيزداد وهذا الجهد سينتقل لقاعدة الترانزستور Q_2 ، فيقوم Q_2 بمعاكسة النقص فى جهد الخرج ، أى أن الدائرة ستعمل على تثبيت جهد الخرج عند أى حمل .

وعادة لا يثبت Q_2 على مشتت حرارة لانخفاض التيار المار فيه (100 mA) .

والجدير بالذكر أن هذه الدائرة غير مزودة بمحدد للتيار فعند حدوث قصر على الخرج فإن Q_2 سوف يحترق .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٣ – ١٥) يعرض دائرة لمصدر قدرة جهد خرجه يساوى 9v + وأقصى قيمة لتيار الخرج 0.4 A .

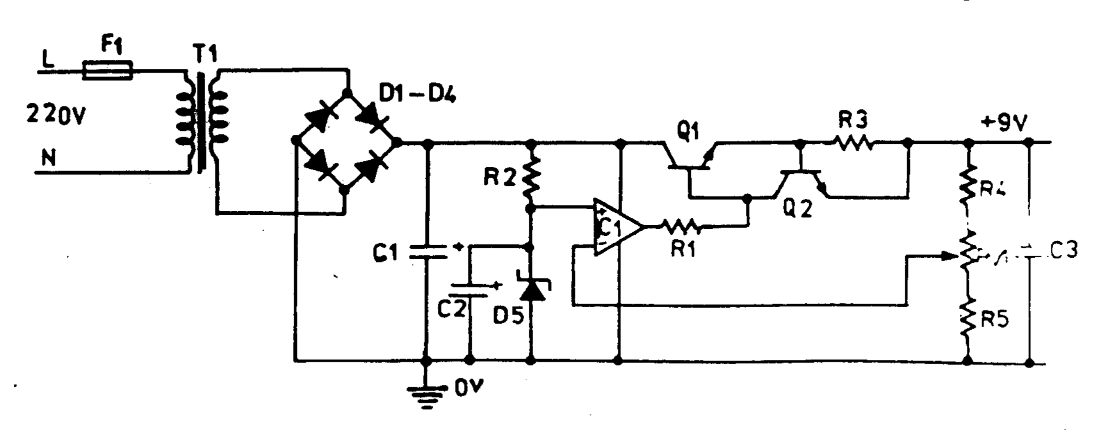
عناصر الدائرة :

T_1	محول خفض 220/12V وسعته 6VA .
D_1 - D_4	أربعة ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .
D_5	ثنائى زينر طراز C5V6 .
IC_1	دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 741 .
Q_1	ترانزستور NPN طراز BD131 .
Q_2	ترانزستور NPN طراز BC107 .
R_1	مقاومة كربونية 330 Ω .
R_2	مقاومة كربونية 2.2 K .
R_3	مقاومة كربونية 1.5 Ω .
R_4	مقاومة كربونية 470 Ω .
R_5	مقاومة كربونية 2.2 K Ω .
RV_1	مجزىء جهد 2.2 K Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 3300 µf وجهد تشغيله 25 V .

C_2 مكثف كيميائى سعته 10 µF وجهد تشغيله 10V .

C_3 مكثف بوليستير سعته 0.1µF .



الشكل (٣ - ١٥)

نظرية التشغيل :

هذه الدائرة تعتبر منظم جهد تقليدياً ، حيث يتم تثبيت جهد الرجل غير العاكسة + لمكبر العمليات IC_1 عند جهد 5.6V بواسطة ثنائى الزينر D_5 . فى حين أن الرجل العاكسة - للمكبر توصل بمجزئى الجهد RV_1 وبالتالى يقوم مكبر العمليات بتكبير أى فرق فى الجهد بين الرجل غير العاكسة + والرجل العاكسة - .

فإذا انخفض جهد الخرج نتيجة لزيادة الحمل فإن خرج المكبر سوف يكون موجباً، مما يؤدى لزيادة موصلية الترانزستور Q_1 ، وبالتالى يزداد جهد الخرج ليصل للجهد المطلوب والعكس بالعكس .

والجدير بالذكر أن التغير فى جهد الخرج عند تغير تيار الحمل من الصفر إلى تيار الحمل الكامل يكون صغيراً جداً؛ لأن معامل تكبير مكبر العمليات كبير جداً يصل إلى 100000 .

وإذا زاد تيار الحمل عن 0.4A فإن الجهد المتشكل على أطراف R_3 سيكون قادراً على تحويل Q_2 لحالة الوصل ، وبالتالى ينخفض جهد الخرج نتيجة لحدوث قصر على قاعدة وباعث

الترانزستور Q_1 بواسطة الترانزستور Q_2 فينخفض جهد الخرج . وينصح بتثبيت Q_1 على مشتت حرارة Heat sink .

٣ - ٧ دوائر منظمات الجهد المزودة بحماية ضد زيادة الجهد والتيار :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (٣ - ١٦) يعرض دائرة منظم جهد ومحدد تيار حيث تعمل على تنظيم جهد الخرج مساوياً 6v + أو 7.5v + أو 9v + تبعاً لقيم D_1 , R_1 وتعمل كمحدد لتيار الخرج بحد أقصى 0.3 A .

عناصر الدائرة :

Q_1 ترانزستور NPN طراز AD161 .

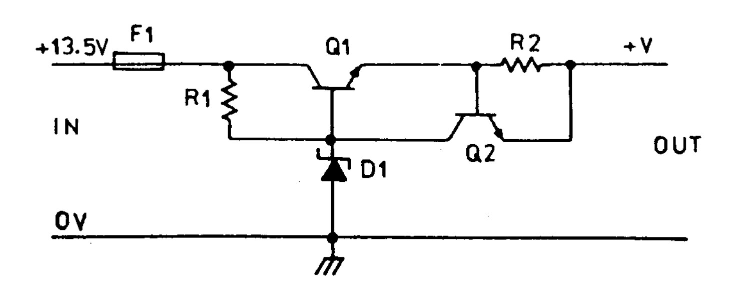
Q_2 ترانزستور NPN طراز BC108 .

D_1 انظر الشرح .

R_1 انظر الشرح .

R_2 مقاومة 1.8 Ω وقدرها 0.5W .

F_1 مصهر حماية 500 mA .



الشكل (٣ - ١٦)

نظرية التشغيل :

تعمل هذه الدائرة كمنظم جهد ، وأيضاً محدداً لتيار الخرج (الحمل) حيث توصل هذه الدائرة مع خرج مصدر قدرة غير منتظم له جهد خرج أصغر من أو يساوى 13.5v ، حيث يعمل الترانزستور Q_1 وثنائى الزينر D_1 على تنظيم جهد الدخل غير المنتظم . وتعتمد قيمة جهد الخرج على قيمة كل من R_1 وجهد ثنائى الزينر D_1 .

والجدول (٣ - ٣) يعطى قيمة R_1 وجهد D_1 للحصول على جهود خرج مختلفة .

الجدول (٣ - ٣)

جهد الخرج (V)	D_1 400 mW	R_1 (Ω)
6V	6.2V	680Ω
7.5V	7.5V	390Ω
9V	9.1V	220Ω

وإذا زاد تيار الخرج عن 330 mA فإن الجهد على أطراف المقاومة R_2 سيكون كافياً لتحويل الترانزستور Q_2 لحالة الوصل ، فيحدث قصر بين قاعدة وباعث Q_1 فيتحول Q_1 لحالة القطع وينقطع خرج الدائرة .

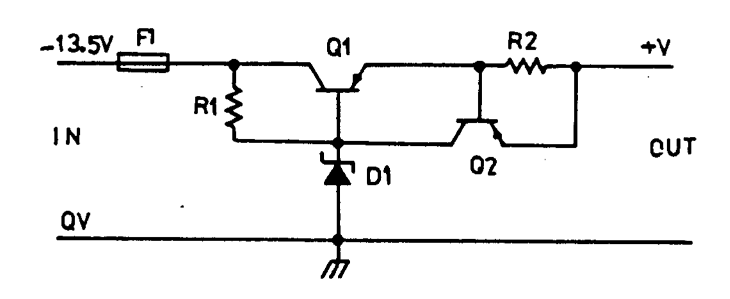
والشكل (٣ - ١٧) يعرض دائرة منظم جهد ومحدد تيار حيث تعمل على تنظيم جهد الخرج مساوياً 6V - أو 7.5V - أو 9V - تبعاً لقيم D_1 , R_1 ، وتعمل كمحدد لتيار الخرج بحد أقصى 0.3 A .

والجدير بالذكر أن جميع مكونات هذه الدائرة لا تختلف عن الدائرة السابقة إلا فى نوع كل من Q_2 , Q_1 .

حيث إن :

Q_1 ترانزستورPNP طراز AD162 .

Q_2 ترانزستور PNP طراز BC 258 .



الشكل (٣ - ١٧)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٣ - ١٨) يعرض دائرة منظم جهد مزودة بحماية ضد زيادة جهد خرج المنظم عن + 5 V ؛ نتيجة لتلف المنظم، وهذه الدائرة تستخدم فى تغذية الدوائر المتكاملة TTL لمنع زيادة الجهد للحد الذى يؤدى لتلف هذه الدوائر المتكاملة .

عناصر الدائرة :

D_1 ثنائى زينر جهده 4.7 V وقدرته 400 mw .

Q_1 ترانزستور PNP طراز 2N 3702 .

Q_2 ثايرستور تياره 2 A وجهده الأقصى 50V .

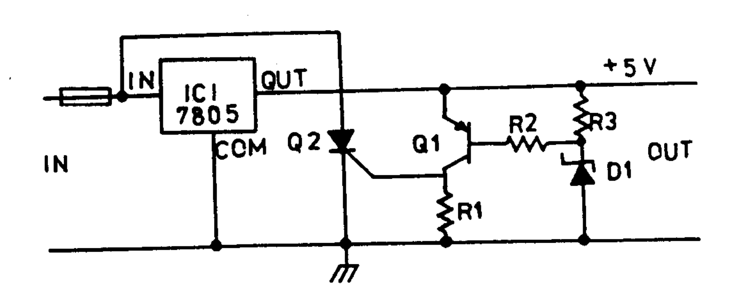
R_1 مقاومة كربونية 1 K Ω

R_2 مقاومة كربونية 47 K Ω .

R_3 مقاومة كربونية 100 Ω .

F_1 مصهر حماية يختار حسب تيار الدائرة الأقصى المسموح به .

IC_1 منظم جهد ثلاثى الأرجل طراز 7805 .



الشكل (٣ - ١٨)

نظرية التشغيل :

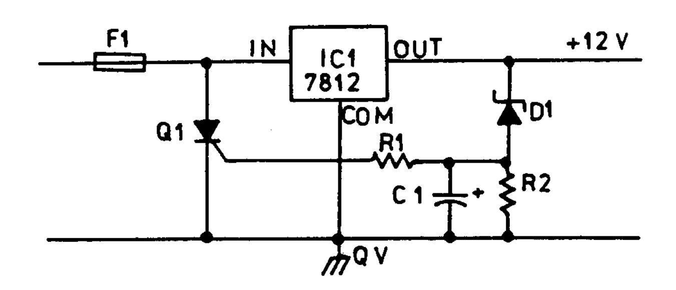
عند زيادة جهد الخرج عن جهد ثنائى الزينر بمقدار 0.7V فإن الترانزستور Q_1 سيتحول لحالة الوصل لوجود فرق جهد بين باعث وقاعدة هذا الترانزستور قيمته 0.7V متشكل على أطراف المقاومة R_3 ، فيصبح جهد مجمع الترانزستور Q_1 مساوياً لجهد المصدر ، وينتقل جهد مجمع Q_1 إلى بوابة الثايرستور Q_2 فيتحول الثايرستور لحالة الوصل فيحدث قصر على دخل منظم الجهد IC_1 ، فيزداد تيار دخل المنظم للحد الذى يؤدى لانهيار المصهر F_1 .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٣ - ١٩) يعرض دائرة منظم جهد مزودة بحماية ضد زيادة الجهد لحدود غير آمنة للأحمال :

عناصر الدائرة :

Ic_1	منظم جهد ثلاثى الأرجل طراز 7812 .
Q_1	ثايرستور طراز BT 108 .
D_1	ثنائى زينر جهده 13V .
R_1	مقاومة كربونية 10 Ω .
R_2	مقاومة كربونية 100 Ω .
C_1	مكثف كيميائى سعته 1µF وجهده 16V .
F_1	مصهر حماية يختار حسب تيار الدائرة الأقصى المسموح به .



الشكل (٣ – ١٩)

نظرية التشغيل :

توصل هذه الدائرة مع خرج مصدر قدرة غير منتظم له جهد خرج أكبر من 15V وأصغر من 18V، وتعمل هذه الدائرة على تنظيم جهد الخرج ليصبح مساوياً 12V + ، وعند زيادة جهد الخرج ليصبح 13V ينهار ثنائى الزينر D_1 فيزداد الجهد على أطراف المقاومة R_2 فينتقل جهد المقاومة R_2 لبوابة الثايرستور Q_2، فيشتعل الثايرستور Q_1 ويحدث قصر على أطراف دخل المنظم IC_1 ، فينهار مصهر الحماية F_1 .

الباب الرابع

المذبذبات اللامستقرة والأحادية الاستقرار

المذبذبات اللامستقرة والأحادية الاستقرار

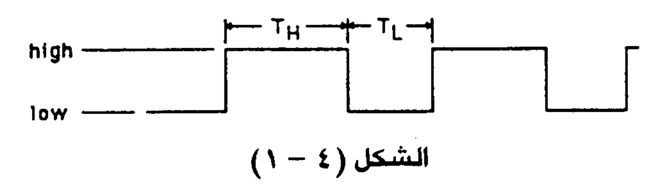
٤ - ١ مقدمة :

تعتبر المذبذبات القلب النابض فى معظم أنظمة التحكم الرقمية . فبعض أنظمة التحكم الرقميـة تحتـاج لنبضـات مربعة حتى يحدث تزامن لعملياتها ، والبعض الآخر يحتاج هذه النبضات لإجراء بعض القياسات الزمنية فى حين تحتاج بعض الأنظمة الرقمية لنبضة واحدة بزمن محدد لإجراء بعض العمليات وهكذا .

لذلك سنتناول فى هذا الباب المذبذبات العديمة الاستقرار Astable .

وهذه المذبذبات تقوم بتوليد مذبذبات مربعة متكررة .

وكذلك المذبذبات وحيدة الاستقرار Monostable ، وهى تقوم بتوليد نبضة واحدة بزمن محدد عند إشعالها، وهذه النبضة تكون عالية أو منخفضة. أما المذبذبات العديمة الاستقرار Astable Multivibrators فـتـسـمى - أحـيـاناً - بالمذبذبات الحـرة Free Running multivibrators ، وتقوم بتوليد موجات مربعة كما بالشكل (٤ - ١) .



الشكل (٤ - ١)

حيث يتغير جهد هذه الموجات بين قيمتين ثابتتين وهما : الجهد العالى Vhigh، والجهد المنخفض Vlow ويكون زمن بقاء الجهد عالياً T_H، وزمن بقاء الجهد منخفضاً T_L، ويعرف معامل دورة الخدمة Duty cycle بالمعادلة التالية :

$$D = \frac{T_H}{T_H + T_L} \rightarrow 4.2$$

ويكون زمن الدورة مساوياً :

$$T = T_H + T_L \rightarrow 4.2$$

ويكون تردد المذبذب العديم الاستقرار مساوياً :

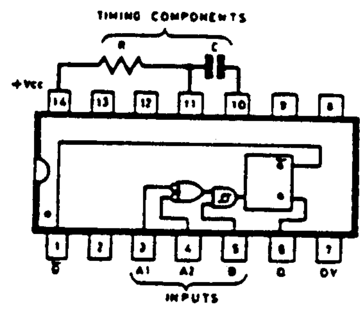
$$T = \frac{1}{T} \rightarrow 4.3$$

٢/٤ - الدوائر المتكاملة TTL للمذبذبات الأحادية الاستقرار :

يوجد أنواع مختلفة من الدوائر المتكاملة TTL تعمل كمذبذبات أحادية الاستقرار مثل الدوائر التالية : 74123 ,74122 , 74121 .

والفرق بين هذه الدوائر المتكاملة فى طريقة إشعالها فالأول : يسمى (مجدد الإشعال) Retriggerable ، حيث يمكن تكبير زمن نبضة الخرج بإرسال نبضتى إشعال للدخل ، الزمن بينهما أقل من زمن نبضة الخرج عند إرسال نبضة إشعال واحدة . والثانى : يسمى غير مجدد الإشعال Not Retriggerable أى لا يمكن تغيير زمن نبضة الخرج بإرسال نبضات دخل متلاحقة .

وسوف نتناول فى هذه الفقرة الدائرة المتكاملة 74121 ، وهى غير مجددة للإشعال . والشكل (٤ - ٢) يبين طريقة توصيل مقاومة R ومكثف C مع الدائرة المتكاملة 74121 للحصول على مذبذب أحادى الاستقرار ، وكذلك جدول الحقيقة لها .



INPUTS			OUTPUTS	
$\bar{A}_1$	$\bar{A}_2$	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	⊓	⊔
↓	H	H	⊓	⊔
↓	↓	H	⊓	⊔
L	X	↑	⊓	⊔
X	L	↑	⊓	⊔

H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level
X = Don't care
↑ = LOW-to-HIGH transition
↓ = HIGH-to-LOW transition

الشكل (٤ - ٢)

وتحدد المداخل A_1, A_2, B طريقة الإشعال .

وهناك ثلاثة طرق مختلفة للإشعال :

١ - يوصل A_1, A_2 بجهد منخفض LOW وبالتالى يمكن إشعال المذبذب عند وصول نبضة للمدخل B عند الحافة الصاعدة .

٢ - يوصل A_1 , B بجهد عالٍ (High) وبالتالى يمكن إشعال المذبذب بوصول نبضة للمدخل A_2 عند الحافة الهابطة .

٣ - يوصل B , A_2 بجهد عالٍ وبالتالى يمكن إشعال المذبذب بوصول نبضة للمدخل A_1 عند الحافة الهابطة ونحصل على زمن النبضة الخارجة من العلاقة التالية :

$$t = 0.693\ RC \rightarrow 4.4$$

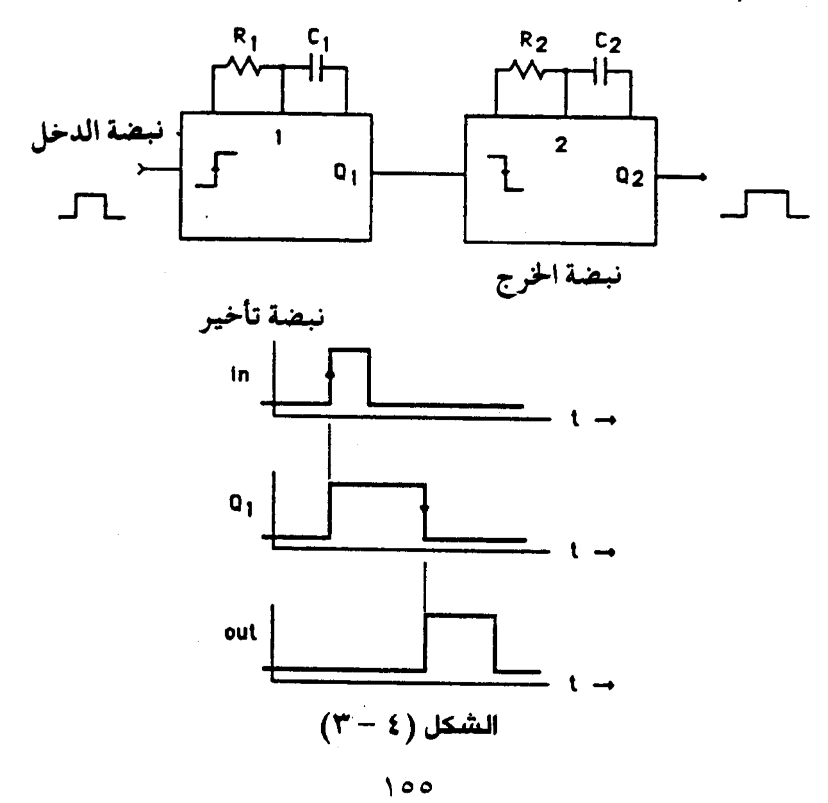
علماً بأن :

قيمة R تتراوح ما بين $(1.5\ k\Omega : 40\ k\Omega)$.

وقيمة C تتراوح ما بين $(30pf : 1000\ \mu f)$.

ويتراوح هذا الزمن ما بين $(30\ ns : 28\ S)$.

وتستخدم هذه الدائرة المتكاملة فى زيادة زمن النبضات القصيرة ، وأيضاً لعمل إزاحة زمنية لنبضة ما . مستخدماً فكرة أنه يمكن إشعالها بنبضة عند الحافة الصاعدة ، وبنبضة أخرى عند الحافة الهابطة. والشكل (٤ - ٣) يبين المخطط البلوكى للدائرة المستخدمة لعمل إزاحة زمنية لنبضة ما ، وشكل نبضات الدخل والخرج حيث يتم إدخال النبضة الداخلة على المدخل (B) مع توصيل المدخلين A_1, A_2 بجهد منخفض ، وذلك للدائرة المتكاملة الأولى ، بينما يسمح لخرج الدائرة المتكاملة الأولى بالدخول على المدخل A_2 وتوصيل المدخلين B , A_1 للدائرة المتكاملة الثانية بجهد عال .

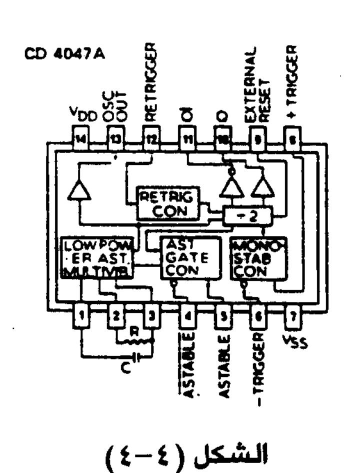


الشكل (٤ - ٣)

٣/٤ - الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات :

من أشهر الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات ، هى الدائرة المتكاملة CD 4047 A، وتستخدم كمذبذب أحادى الاستقرار ومذبذب لا مستقر ، والدائرة المتكاملة CD 4528 B ، وتحتوى على مذبذبين لا مستقرين مجددى الإشعال .

والشكل (٤ – ٤) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 4047



الشكل (٤-٤)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

الرجل 1 : المكثف C .

الرجل 2 : المقاومة R .

الرجل 3 : المكثف C والمقاومة R .

الرجل 4 : معكوس دائرة لا مستقرة .

الرجل 5 : دائرة لا مستقرة .

الرجل 6 : إشعال .

الرجل 7 : مخرج المذبذب .

الرجل 8 : إشعال .

الرجل 9 : تحرير .

الرجل 10 : المخرج .

الرجل 11 : معكوس الخرج .

الرجل 12 : مجدد إشعال .

الرجل 13 : خرج المذبذب .

الرجل 14 : جهد المصدر V_{DD} .

نظرية التشغيل :

تمتاز هذه الدائرة المتكاملة بأنها يمكن أن تعمل كمذبذب لا مستقر ومذبذب أحادى الاستقرار ، كما أنها لا تحتاج إلا لمكثف خارجى واحد عادى ، وليس كيميائيا ومقاومة واحدة ولها ثلاثة مخارج وهى $Q , \overline{Q}$ وخرج المذبذب .

أولاً : استخدامها كمذبذب لا مستقر :

توصل الأرجل 14 ,6 ,5 ,4 بالجهد V_{DD} والأرجل 12 ,9 ,8 بالجهد V_{SS} ، ويكون تردد الخرج على المخارج $\overline{Q}, Q$ يساوى

$$F = F_{\overline{Q}} = F_Q = \frac{0.23}{RC} \rightarrow 4.5$$

ويكون تردد الخرج على مخرج المذبذب (الرجل 13) مساوياً

$$F_O = 2F = \frac{0.46}{RC} \rightarrow 4.5$$

ويمكن تحرير خرج المذبذب فى أى لحظة بوصول إشارة عالية لمدخل التحرير 9

ثانياً : استخدامها كمذبذب أحادي الاستقرار :

توصل الأرجل 14 ,4 بالجهد V_{DD} والأرجل 12 ,9 ,7 ,6 ,5 بالجهد V_{SS} ، وعند الحافة الصاعدة للجهد على مدخل الإشعال 8 تخرج نبضة من المخارج $\overline{Q} , Q$ زمنها يساوى

$$T = 2.5\ RC \rightarrow 4.7$$

أما عند توصيل الأرجل 14 ,8 ,4 مع الجهد V_{DD} والأرجل 12 ,9 ,7 ,5 مع الجهد V_{SS}، وعند الحافة الهابطة للجهد على مدخل الإشعال 6 نحصل على نبضة من المخارج $Q , \overline{Q}$ زمنها لا يختلف عن الحالة السابقة أى يساوى :

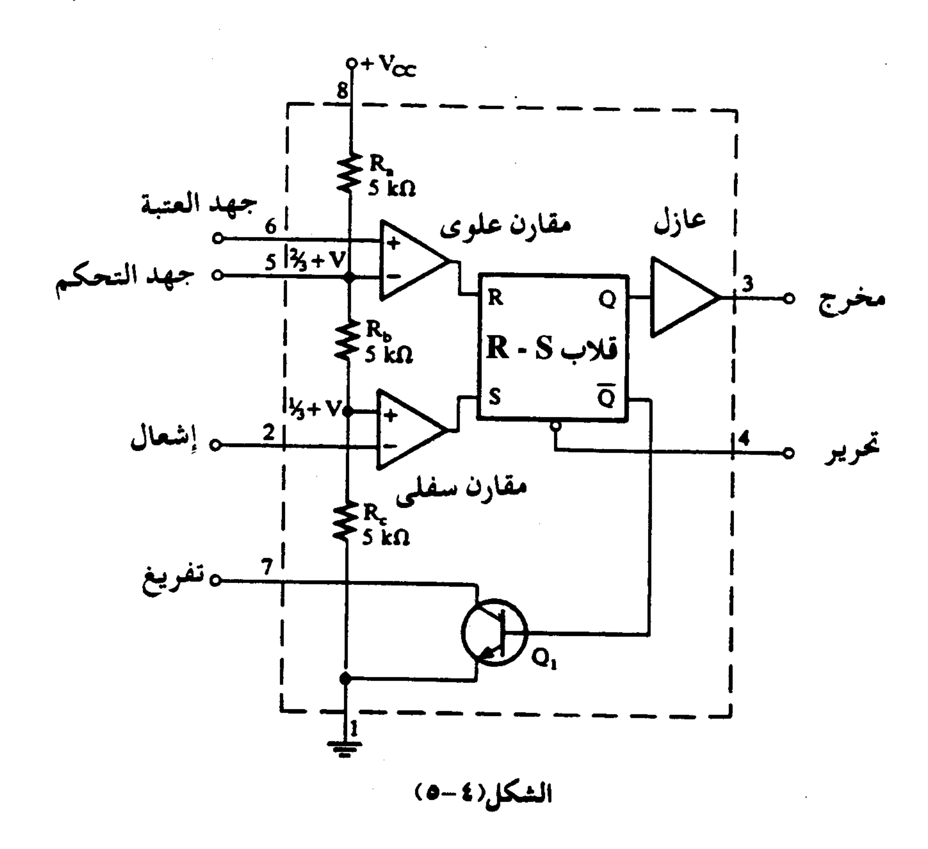
$$T = 2.5\ RC$$

ويمكن تحرير خرج المذبذب فى أى لحظة بوصول إشارة عالية لمدخل التحرير 9 .

٤/ ٤ - المؤقت 555 The 555 Timer :

يتواجد المؤقت 555 فى صورة دائرة متكاملة تبنى من دائرة رقمية وتناظرية ، حيث تحتوى على عناصر رقمية وعناصر تناظرية ، فهى تحتوى على مكبرى عمليات يستخدمان كمقارنات، وتحتوى على قلابين R - S بالإضافة إلى عازل buffer للخرج ، ويقوم بزيادة مستوى تيار خرج المؤقت وتحتوى أيضاً على ترانزستور يعمل كمفتاح .

والشكل (٤ - ٥) يبين التركيب البنائى للمؤقت NE 555 .



الشكل(٤-٥)

التعريف بأرجل المؤقت 555 :

الرجل 1 : الأرضى .

الرجل 8 : الجهد الموجب Vcc + ويتراوح ما بين (5 : 15v +) ويجب ألا يتعدى +18V.

الرجل 3 : خرج المؤقت وله حالتان منخفضة L ويساوى 0V ، وعالية H ويساوى +Vcc.

الرجل 2 : مدخل الإشعال الذى يتصل بالمقارن السفلى ، فعندما يكون الجهد على مدخل الإشعال أقل من $^1/_3V_{CC}$ + ؛ فإن خرج المقارن السفلى يكون عالياً H فيحدث إمساكاً للقلاب وتصبح حالة المخرج Q للقلاب عالية .

الرجل 5 : مدخل جهد التحكم ويستخدم فى التضمين Modulation .

الرجل 6 : مدخل جهد العتبة فإذا زاد جهد العتبة عن جهد التحكم فإن المقارن العلوى سوف يعطى خرجاً عالياً H يعمل على تحرير القلاب ويصبح خرج القلاب منخفضاً .

وعادة يوصل هذا الطرف مع مكثف خارجى بالأرض .

الرجل 7 : تفريغ المكثف الذى يوصل بالرجل 6 والمستخدم لتحديد زمن الذبذبات فإذا كان خرج $\overline{Q}$ عالياً (H) فإن الترانزستور Q_1 سيتشبع مما يجعل المكثف يقوم بتفريغ شحنته خلال مقاومة الترانزستور والتى تكون صغيرة جداً .

الرجل 4 : مدخل التحرير وعادة يوصل مع الجهد الموجب للمنبع V_{CC}+ عندما لا يكون هناك حاجه لتحرير خارجى .

٤/١/٤ - عائلة المؤقتات 555 :

توجد عدة أشكال للمؤقتات 555 وهم كما يلى :

أ- المؤقت 555 القياسى طراز NE 555 : وهو يكون فى صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL بثمانية أرجل ، ويعمل هذا المؤقت حتى مدى واسع من جهد المصدر يتراوح ما بين 18V : 4.5 وتيار دخله يساوى 10mA : 3 وتيار خرجه يصل إلى 200mA.

ب- المؤقت 555 القليل القدرة CMOS طراز ICM 7555 IPA : وهو يكون فى صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL بثمانية أرجل ، ويعمل هذا المؤقت فى مدى

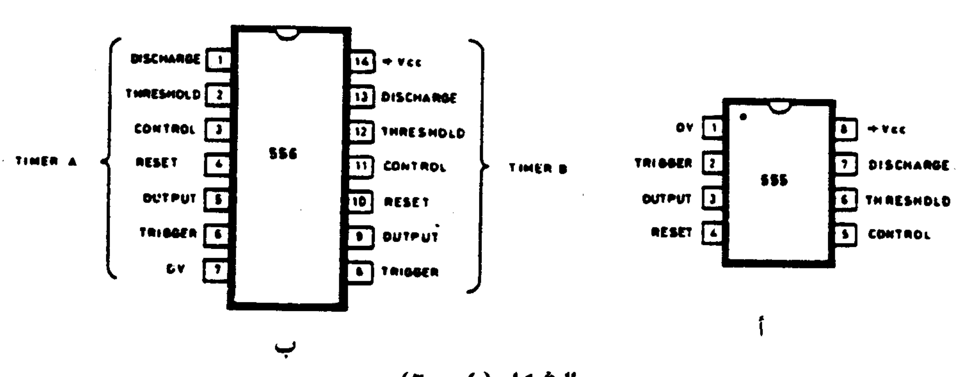
واسع من جهد المصدر يتراوح ما بين 18V : 2 وتيار دخله 120 mA ولكن تيار خرجه صغير، ولكنه قادر على تغدية دائرتين متكاملتين TTL .

جـ- المؤقت 555 المزدوج طراز NE 556 A : وهذا المؤقت يحتوى على مؤقتين 555 قياسيين ويكون فى صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL بأربعة عشر رجلاً . ويمكن استعمال كل مؤقت بشكل مستقل تماماً .

والجدير بالذكر أن خواص هذا المؤقت لاتختلف عن خواص المؤقت 555 القياسى .

د- المؤقت 555 المزدوج والقليل الطاقة CMOS طراز ICM 7556 IPA : ويحتوى هذا المؤقت على مؤقتين 555 قليلا الطاقة ويكون فى صورة دائرة متكاملة مزدوجةالصفوف DIL بأربعة عشر رجلاً . ويمكن استعمال كل مؤقت بشكل مستقل تماماً . والجدير بالذكر أن هذا المؤقت يتمتع بنفس الخواص الكهربية للمؤقت ICM 7555 IPA .

الشكل (٤-٦) يعرض المسقط الأفقى لمؤقت 555 (الشكل أ) وكذلك مؤقت 556 (الشكل ب) .

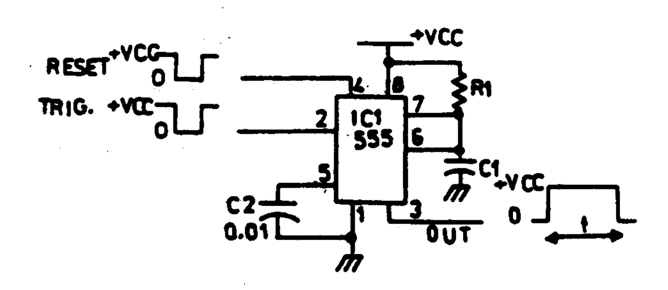


الشكل (٤ - ٦)

٤/٥- الدوائر العملية للمذبذبات الأحادية الاستقرار

الدائرة رقم 1:

الشكل (٤-٧) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت : NE 555 .



الشكل (٤ - ٧)

عناصر الدائرة :

IC_1 : دائرة متكاملة لمؤقت NE 555

R_1 : انظر الشرح .

C_1 : انظر الشرح .

C_2: مكثف كيميائى سعته 0.01µf وجهده 1

نظرية التشغيل :

عند وصول نبضه للمدخل 2 (مدخل الإشعال) تخرج نبضة عالية من المخرج 3 زمنها يساوى :

$$T = 1.1\, R_1\, C_1$$

علماً بان الجهد V_{CC} يتراوح ما بين 4.5 : 16V ويتراوح تيار الدخل ما بين 3 : 10 mA فى حين أن تيار الخرج يمكن أن يصل إلى 200 mA .

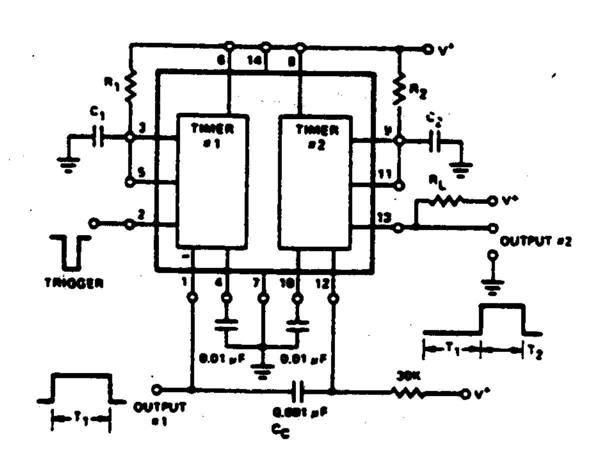
ويتراوح زمن النبضة الخارجة t ما بين (1ms : 30 ms)

وتتراوح قيمة المقاومة الكربونية R_1 ما بين (1KΩ : 3.3MΩ)

فى حين تتراوح سعة المكثف الكيميائى C_1 مابين (470 pf : 470 µf) وعند وصول نبضة منخفضة للمدخل 4 يحدث تحرير لخرج المؤقت ويقوم المكثف C_2 بمنع حدوث اى ضوضاء يؤدى لتغير زمن النبضة المحسوب .

الدائرة رقم 2

الشكل (٤-٨) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار بمخرجين مستخدماً المؤقت الزمنى XR - 2556 والذى يتكون من عدد 2 مؤقت 555 حيث يستخدم خرج المؤقت الأول فى إشعال المؤقت الثانى من خلال المكثف Cc .



الشكل(٤-٨)

نظرية التشغيل :

عند وصول نبضة منخفضة للمدخل 2 للمؤقت الأول Timer # 1 تخرج من مخرج المؤقت الأول الرجل 1 نبضة زمنها يساوى :

$$T_1 = 1.1\, R_1\, C_1$$

وتقوم هذه النبضة بإشعال المؤقت الثانى Timer # 2 من خلال المكثف Cc بعد انتهاء الزمن T_1 ، وبالتالى تخرج نبضة من المخرج 13 للمؤقت الثانى زمنها يساوى :

$$T_2 = 1.1\, R_2\, C_2$$

علماً بأن :

قيمة T_1 , T_2 تتراوح ما بين (1ms :30 min).

وقيمة R_1 ,R_2 تتراوح ما بين (1KΩ : 3.3MΩ) .

وقيمة C_1 ,C_2 تتراوح مابين (470 pf : 470 µf) .

وقيمة +V تتراوح ما بين (4.5 : 16V) .

وقيمة تيار دخل الرجل 2 يتراوح ما بين (3 : 10 mA)

والجدير بالذكر ان المقاومة R_L يجب ان تختار بحيث لا يتعدى تيار الخرج 200mA أى ان قيمة المقاومة R_L يجب الا تتعدى 25Ω عندما يكون جهد المصدر V_{CC} يساوى +5V وذلك من المعادلة التالية :

$$R_L \leq \frac{Vcc}{I_L\ max}$$

$$\leq \frac{5 \times 1000}{200}$$

$$\leq 25\,\Omega$$

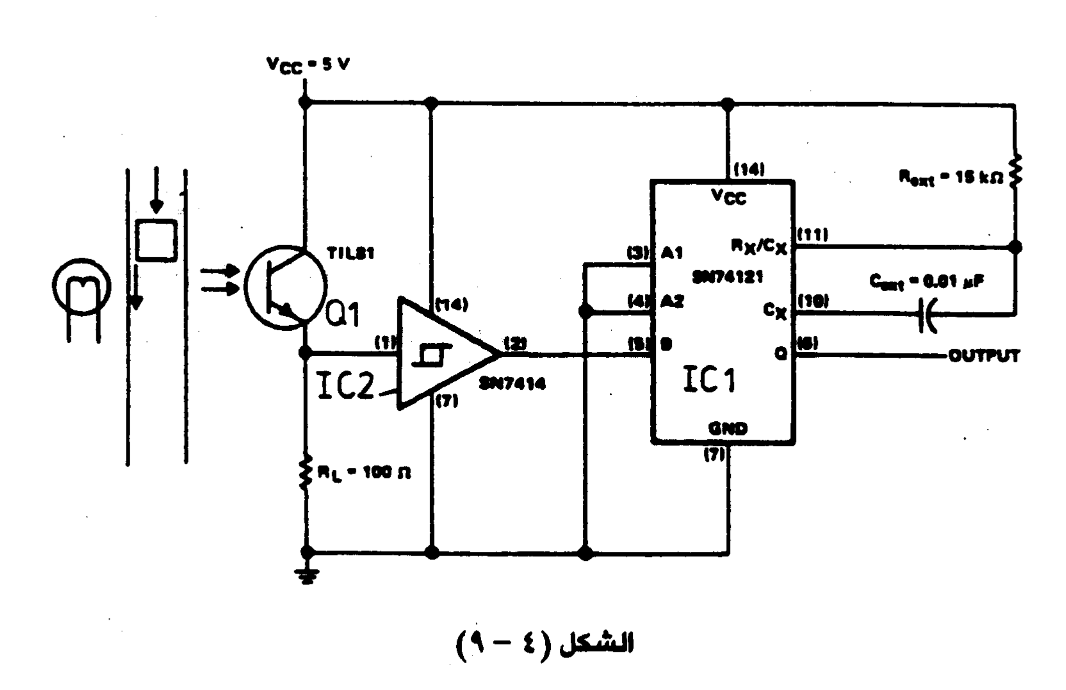
حيث إن :

جهد المصدر Vcc

تيار الحمل الاقصى I_L max

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٤ – ٩) يعرض دائرة لتوليد نبضات ، حيث تعمل على توليد نبضة كلما قطع صندوق ماراً على السير مسار شعاع ضوئى .



الشكل (٤ – ٩)

عناصر الدائرة :

Ic_1 دائرة متكاملة طراز SN 7414 .

Ic_2 دائرة متكاملة طراز SN 74121 .

R_L مقاومة كربونية 100 Ω .

Rext مقاومة كربونية 15 k Ω .

Cext مكثف كيميائى سعته 0.0 1mf وجهده 16V .

Q_1 ترانزستور ضوئى NPN طراز TIL 81 .

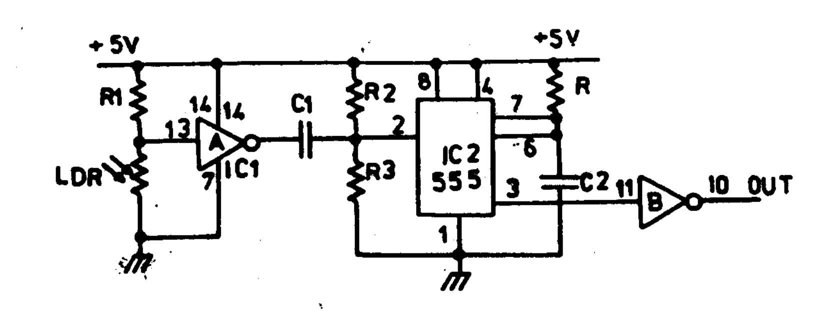
نظرية التشغيل :

يقوم مصدر الشعاع الضوئى Light Source بالمحافظة على تشبع الترانزستور Q_1 ، وبالتالى يصبح دخل بوابة Schmitt NOT طراز SN 7414 عالياً وتباعاً يصبح خرجها منخفضاً ، وبمجرد مرور صندوق على السير ينقطع الشعاع الضوئى عن الترانزستور Q_1 ، فيتحول الترانزستور لحالة القطع وبالتالى يصبح دخل بوابة Schmitt NOT منخفضاً ، فيصبح خرج هذه البوابة عالياً ، وعند انتقال خرج البوابة من منخفض لعالٍ تخرج نبضة عالية من المخرج Q زمنها T يساوى :

$$T = 0.693 \text{ Rext Cext} = 0.1 \text{ mS}$$

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٤ - ١٠) يعرض دائرة لتوليد نبضات عند انقطاع مسار شعاع ضوئى بواسطة مرور جسم غريب بين الشعاع الضوئى والمقاومة الضوئية LDR_1 .



الشكل (٤ - ١٠)

عناصر الدائرة :

Ic_1	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .
Ic_2	دائرة متكاملة لمؤقت 555 .
LDR_1	مقاومة ضوئية .
R_1	مقاومة كربونية 470 k Ω .
R_2	مقاومة كربونية 12 k Ω .
R_3	مقاومة كربونية 8.2KΩ .
R_4	مقاومة كربونية 1MKΩ
C_1	مكثف بوليستير سعته 0.22 µf .
C_2	مكثف كيميائى سعته 0.5 µf وجهد 10 V .

نظرية التشغيل :

ففى الوضع الطبيعى فإن الشعاع الضوئى الساقط من المصدر الضوئى يسقط على المقاومة الضوئية LDR_1 ، فتصبح مقاومتها مساوية 100 Ω تقريباً ، وبالتالى فإن دخل العاكس A يكون منخفضاً ، ومن ثم يصبح خرج هذا العاكس عالياً ، فيشحن المكثف C_1 ويكون خرج المؤقت 555 منخفضاً .

ولكن بمجرد انقطاع الشعاع الضوئى الساقط من المصدر الضوئى على المقاومة الضوئية LDR_1 تزداد قيمة المقاومة الضوئية LDR_1 ؛ لتصبح 1MΩ، وبالتالى يصبح دخل البوابة العاكسة A عالياً ، ومن ثم يصبح خرجها منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مكونة من R_1, C_1 , R_3 ويعتمد زمن النبضة الناتجة على زمن قطع الجسم الغريب المار للشعاع الضوئى فتخرج نبضة عالية من الرجل 3 للمؤقت 555 ، والذى يعمل كمذبذب أحادى الاستقرار ، ويكون زمن النبضة مساوياً :

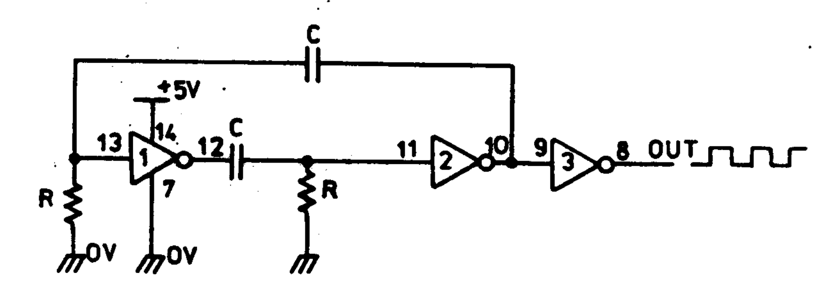
$$T = 1.1\ R_4\ C_2 = 0.55S$$

وبالتالى تخرج نبضة منخفضة من البوابة B .

٤ / ٦ – الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (٤ – ١١) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يستخدم ثلاثة عواكس طراز 7404



الشكل (٤ – ١١)

فكرة موجزة عن هذه الدائرة :

يكون تردد هذا المذبذب مساوياً :

$$F = \frac{1}{2\,RC}$$

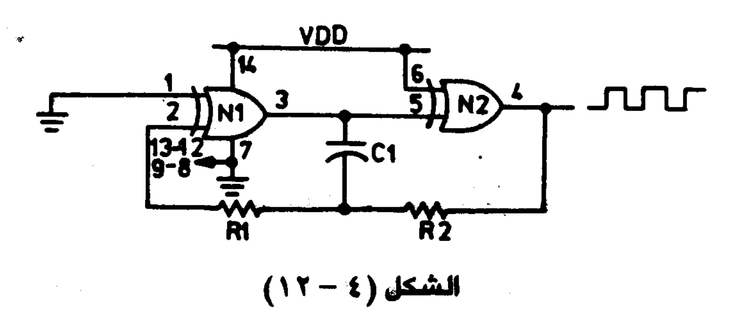
فإذا كانت C = 4 µf , R = 220 Ω فإن

$$F = \frac{106}{2 \times 220 \times 4} = 570\ HZ$$

والجدير بالذكر أن المقاومة R تتروح ما بين 1000Ω : 200 ، وتيار الخرج لهذا المذبذب اللامستقر يكافىء تيار خرج العاكس 7404 وهو 16 mA عند المستوى المنخفض للخرج ويساوى 0.4 mA عند المستوى العالى للخرج .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٤ – ١٢) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يولد نبضات مربعة باستخدام بوابتين XOR عائلة CMOS طراز 4070 .



الشكل (٤ – ١٢)

عناصر الدائرة :

N_1 , N_2 : دائرة متكاملة طراز 4070 .

R_1 , R_2 : انظر الشرح .

C_1 : انظر الشرح .

نظرية التشغيل :

إذا افتراضنا أن حالة الرجل 2 للبوابة N_1 منخفضة ، فإن خرج البوابة N_1 سيكون منخفضاً هو الآخر، فى حين يصبح خرج N_2 عالياً (ارجع لجدول الحقيقة لبوابة XOR فى الفقرة ١ / ٣ / ٦ ، وبالتالى فإن المكثف C_1 سوف يشحن من خلال المقاومة R_2، وبعد شحن C_1 فإن دخل N_1 يصبح عالياً من خلال R_1 فينعكس كل مخرج البوابة N_1 عالياً وتباعاً يصبح خرج البوابة N_2 منخفضاً فيفرغ المكثف C_1 شحنته خلال المقاومة R_1، وبعد تمام تفريغ المكثف C_1 يصبح دخل N_1 منخفضاً وتتكرر دورة التشغيل ، وبذلك نحصل على نبضات مربعة عند

الخرج 4 للبوابة فى N_2 ، ذلك إذا كان

$$R_1 = R_2 = R$$

ويكون تردد خرج هذه الدائرة مساويا .

$$F = \frac{0.6}{RC}$$

وبتغير قيمة R, C يمكن تغير التردد الخارج من هذه الدائرة ، علماً بأن اقصى تيار يمكن أخذه من هذه الدائرة يكافئ تيار خرج البوابة N_2 ، والجدير بالذكر أن الرجل 18 توصل بجهد موجب يتراوح ما بين 18V : 3 فى حين أن الرجل 7 توصل بالأرض .

الدائرة رقم 3 :

الـشـكـل (٤ - ١٣) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام بوابتين Schmitt NAND عـائلة CMOS طراز 4093.

الشكل (٤ - ١٣)

عناصر الدائرة :

N_1 , N_2	دائرة متكاملة طراز 4093 .
R	مقاومة كربونية 1MΩ.
C	مكثف بوليستير سعته 33nF .

فكرة موجزة عن هذه الدائرة :

يكون تردد خرج هذا المذبذب مساوياً :

$$F = \frac{0.9}{RC}$$

$$F = 27 \text{ Hz}$$

ويتراوح الجهد V_{DD} ما بين 18V : 3.

والجدير بالذكر أن خرج البوابة N_1 يكون مشوهاً نتيجة لتحميل المقاومة R على خرجها لذلك استخدمت البوابة N_2 لإزالة هذا التشوية ، وأقصى تيار يمكن أخذه من هذه الدائرة يكافئ تيار خرج N_2 وهو 0.5 mA تقريباً .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٤ - ١٤) يبين طريقة توصيل مؤقت NE 555 للحصول على مذبذب لامستقر .

عناصر الدائرة :

IC دائرة متكاملة لمؤقت 555.

R_1 مقاومة كربونية 10 KΩ .

R_2 مقاومة كربونية 20 KΩ .

C_1 مكثف بوليستير سعته 2 nF .

C_2 مكثف بوليستير سعته 0.01µF .

الشكل (٤ - ١٤)

فكرة عن هذه الدائرة :

تردد الذبذبات الخارجة من المخرج 3 يساوى :

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)\, C_1}$$

$$= 14400 \text{ Hz}$$

معامل دورة الخدمة Duty cycle يساوى:

$$D = \frac{R_1 + R_2}{(R_1 + 2R_2)\, C_1}$$

$$= 0.6$$

وتتراوح قيمة المقاومة الكربونية R_1 , R_2 ما بين (1.5kΩ : 3.3 MΩ)

وقيمة المكثف C_1 ما بين (470 pf : 470 µf)

ويجب الا يتعدى تيار الخرج 200mA .

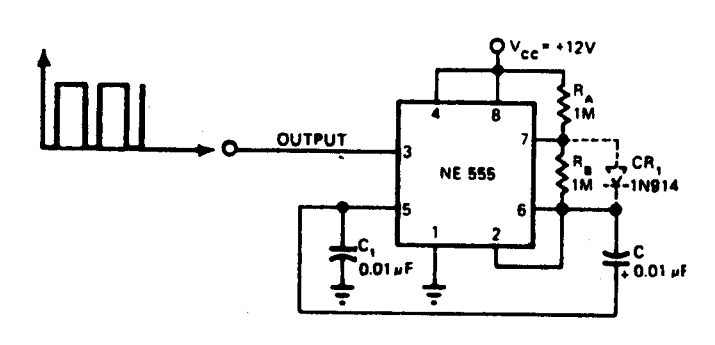
والجدير بالذكر أنه لا يمكن الحصول على معامل خدمة أقل من 0.5 باستخدام هذه الدائرة مهما كانت قيم R_2 , R_1 .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٤ – ١٥) يعرض دائرة مذبذب لامستقر مستخدماً مؤقت NE 555 وثنائى CR_1، للحصول على موجة مربعة لها معامل دورة خدمة يساوى : % 50

عناصر الدائرة :

IC_1	دائرة متكاملة لمؤقت NE 555 .
R_A	مقاومة كربونية 1MΩ .
R_B	مقاومة كربونية 1MΩ .
C_1	مكثف كيميائى سعته 0.01µf وجهد 16V .
C	مكثف كيميائى سعته 0.01 µf وجهده 16V .
CR_1	ثنائى طراز 1N 914 .



الشكل (٤ – ١٥)

فكرة عن هذه الدائرة :

يشحن المكثف C من خلال المقاومة R_A ثم الثنائى CR_1 فى حين يفرغ المكثف C شحنته خلال المقاومة R_B .

وبالتالى فإن :

$$T_H = 0.7\,R_A.\,C$$

$$T_L = 0.7\,R_B.\,C$$

$$T = T_H + T_L$$

$$T = 0.7\,(R_A + R_B)\,C$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1.43}{C\,(R_A + R_B)}$$

$$DC\% = \frac{T_H}{T_H + T_L} \times 100$$

$$DC\% = \frac{R_A}{R_A + R_B} \times 100$$

حيث إن :

زمن بقاء الخرج عالياً	T_H
زمن بقاء الخرج منخفضاً	T_L
زمن الدوسة الكاملة	T
التـردد (HZ)	F
النسبة المئوية لمعامل دورة الخدمة	$DC\ \%$

فإذا كان :

$$R_A = R_B = 1M\,\Omega$$

فإن التردد سيساوى 71 HZ ، أما إذا كانت $R_A < R_B$ نحصل على معامل دورة خدمة أصغر من 50% .

فمثلاً إذا كان :

$$R_A = 30\,k\,\Omega \qquad R_B = 300\,k\,\Omega$$

فإن :

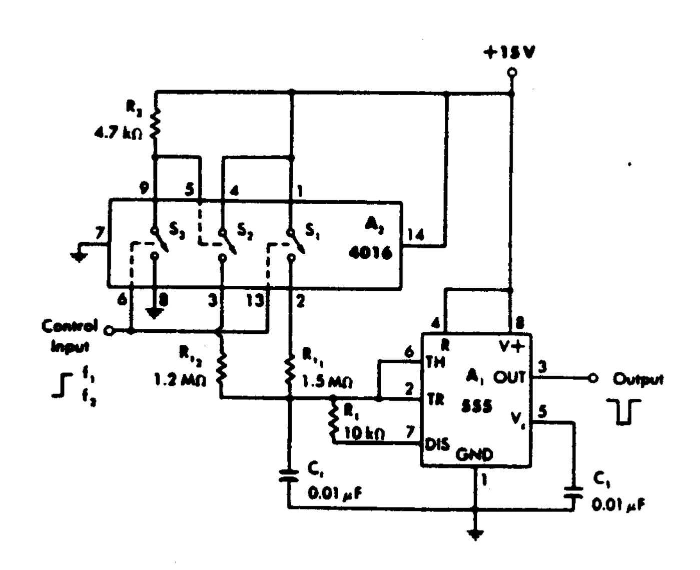
$$DC\% = \frac{30 \times 100}{300 + 30} = 9\ \%$$

في حين أن :

$$F = \frac{1.43 \times 1000}{0.01\,(330)} = 433\ Hz$$

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٤ – ١٦) يعرض دائرة مذبذب لامستقر مبرمج باستخدام المؤقت NE 555 ، وكذلك المفتاح الثنائي الاتجاه CMOS طراز 4016.



الشكل (٤– ١٦)

عناصر الدائرة :

A_1 دائرة متكاملة لمؤقت طراز 555 .

A_2 دئرة متكاملة طراز 4016.

R_1 مقاومة كربونية 10K Ω .

R_2 مقاومة كربونية 4.7K Ω .

Rt_1 مقاومة كربونية 1.5M Ω .

Rt_2 مقاومة كربونية 1.2M Ω .

C_t مكثف كيميائي سعته 0.01μF وجهده 16V.

C_1 مكثف كيميائي سعته 0.01μF وجهده 16V .

فكرة عن الدائرة :

عندما يكون الجهد عند الرجل13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 مرتفعاً يغلق المفتاح S_1 , S_3 فيصبح تردد الموجة الخارجة من الرجل 3 مساوياً .

$$F = \frac{1.44}{Rt_1\ Ct} = 100\ Hz$$

حيث إن :

$$R_1 << Rt_1$$

وعندما يكون الجهد عند الرجل 13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 منخفضاً يغلق المفتاح S_2.

ويصبح تردد الموجة الخارجة من الرجل 3 للدائرة المتكاملة 555 مساوياً :

$$F = \frac{1.44}{Rt_2\ Ct} = 120\ HZ$$

حيث إن :

$$R_1 << Rt_2$$

الباب الخامس

الريلهات الاستاتيكية
Static Relay Circuits

الرليهات الاستاتيكية Static Relay Circuits

٥/ ١ – مقدمة :

يتناول هذا الباب مجموعة من الدوائر العملية للرليهات الاستاتيكية ، والتى تعمل بالإشارات الرقمية لوصل وفصل الاحمال الكهربية ، ويستخدم فى هذه الدوائر الانواع المختلفة للمفاتيح الالكترونية مثل :

أ – الترانزستور عند الحاجة لوصل وفصل الاحمال الصغيرة التى تعمل بجهود مستمرة .

ب – الثايرستور عند الحاجة لوصل وفصل احمال كبيرة تعمل عند جهود مستمرة . أو جهود موحدة نصف موجة أو موجة كاملة .

جـ – الترياك عند الحاجة لوصل وفصل الاحمال التى تعمل بجهد متردد .

ويستخدم أيضاً مع هذه الدوائر عناصر عزل مختلفة مثل :

أ – وحدات الارتباط الضوئية العازلة المؤلفة من :

– ثنائى مشع ومقاومة ضوئية .

– ثنائى مشع بوترانزستور ضوئى .

– ثنائى مشع وثايرستور ضوئى .

– ثنائى مشع وترياك ضوئى .

ب – محولات النبضات ، وهذه المحولات تقوم بنقل نبضات إشعال الثايرستور والترياك من دائرة التحكم إلى دائرة القدرة .

وعندما يكون خرج الدائرة الرقمية المتكاملة غير كاف لتشغيل الريلاى الإستاتيكى تستخدم بعض العناصر لرفع مستوى التيار للحد المطلوب وتوجد عدة أنواع من هذه العناصر والتى تعرف بالعناصر القائدة Drivers مثل :

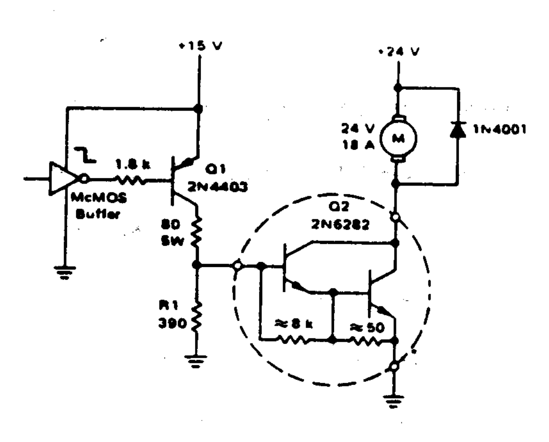
١ – ترانزستورات نوع Driver وتوجد فى صورتين NPN أو PNP .

٢ – بوابة عزل Buffer .

٣ – بوابة عاكسة Inverter .

٢/٥ - الدوائر العملية للريليهات الاستاتيكية :

الدائرة رقم 1 :



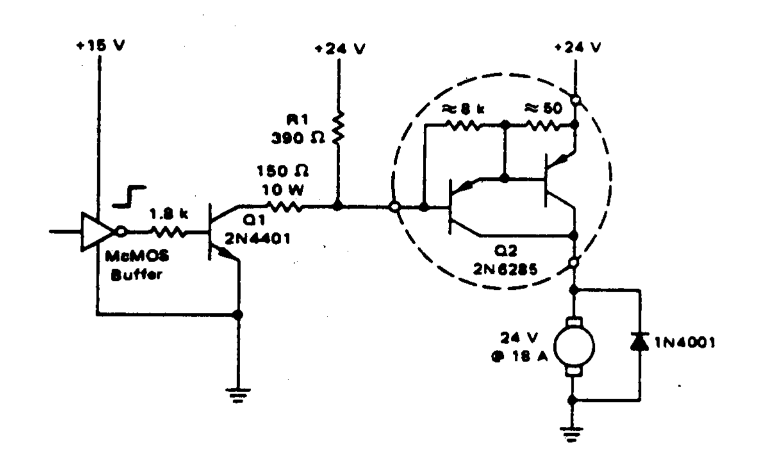
الشكل (٥ - ١)

الشكل (٥ - ١) يعرض دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضة من دائرة متكاملة عائلة CMOS ، وذلك لتشغيل محرك كهربى مستمر عند جهد 24V وتيار 18 A ، ويستخدم عاكس طراز 4049 يعمل على قيادة الترازستور Q_1 نوع PNP طراز 2N 4403 ، فعند وصول إشارة عالية لمدخل العاكس يصبح خرج العاكس منخفضاً فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل وتباعاً يتحول ترانزستور « دارلنجتون » Q_2 نوع NPN طراز 2N6282 لحالة الوصل ، وتكتمل دائرة المحرك المستمر ويدور المحرك .

والجدير بالذكر أن الثنائى 1N 4001 يحمى Q_2 من القوة الدافعة الكهربية الناتجة عند انقطاع التيار الكهربى عن المحرك عند تغير حالة خرج العاكس من منخفض إلى عالٍ .

الدائرة رقم 2 :

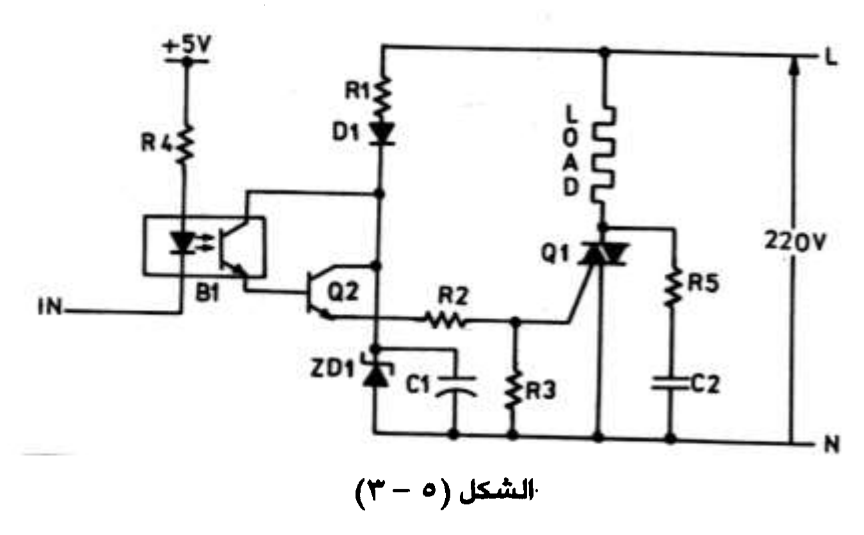
الشكل (٥ - ٢) يعرض دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية عالية من عاكس طراز 4049 والذى يعمل على قيادة الترانزستور Q_1 نوع PNP طراز 2N4401 فيتحول هذا الترانزستور لحالة الوصل ويعمل هذا الترانزستور بدوره على قيادة ترانزستور « دار لنجتون » Q_2 نوع PNP طراز 2N 6285 ، فيكتمل مسار تيار المحرك المستمر ، ويقوم الثنائى 1N 4001 بحماية Q_1 من القوة الدافعة الكهربية العكسية الناتجة عن انقطاع التيار الكهربى عن المحرك عند تغير حالة خرج العاكس من عالٍ إلى منخفض ، ويعمل المحرك عند جهد 24V + وتيار 18A .



الشكل (٥ – ٢)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٥ – ٣) يعرض دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضة من دوائر متكاملة TTL .



الشكل (٥ – ٣)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 2.2 kΩ وقدرتها 11W .

R_2 مقاومة كربونية 47 Ω .

R_3 مقاومة كربونية 1 k Ω .

R_4 مقاومة كربونية 470 Ω

R_5 مقاومة كربونية 100 Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 100µf وجهده 15V .

C_2 مكثف بولى كربونات 100 nf وجهده 400V .

D_1 ثنائى سليكونى طراز 1N 4004 .

ZD_1 ثنائى زينر جهده 10V .

Q_1 ثايرستور يختار حسب تيار الحمل .

Q_2 ترانزستور NPN طراز 2N3904 .

B_1 وحدة عزل ضوئية طراز TIL112 .

نظرية التشغيل :

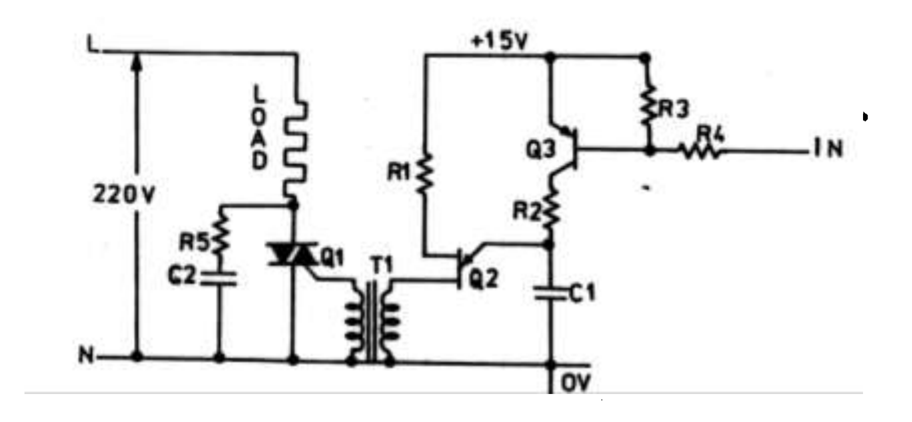
عند وصول إشارة منخفضة للمدخل IN ينبعث شعاع ضوئى من الثنائى المشع لوحدة العزل الضوئية B_1 ، فيتحول الترانزستور الضوئى لحالة الوصل ، ويصبح كمفتاح مغلق فيتحول Q_2 لحالة الوصل ويصبح هو الآخر كمفتاح مغلق ، ويلاحظ أن جهد مجمع الترانزستور Q_2 يساوى 10 VDC حيث إن D_1 يقوم بتوحيد الجهد ، ويقوم ثنائى الزينر ZD_1 بالمحافظة على جهد المجمع يساوى 10V + ويقوم المكثف C_1 بتنعيم هذا الجهد ، وبالتالى يصبح جهد بوابة الترياك Q_1 موجباً بالنسبة للقاعدة T_2 للترياك فيتحول الترياك لحالة الوصل، ويمر التيار الكهربى إلى الحمل .

والجدير بالذكر أن C_2 , R_5 يمنعان تحول الترياك لحالة الوصل عندما تكون بوابته غير متعرضة لجهد وذلك عند حدوث قفزات سريعة لجهد المصدر ، حيث تشكل المقاومة R_5 والمكثف C_2 ما يسمى بالمصيدة Snubber .

والجدير بالذكر أن الترياك Q_1 فى هذه الدائرة فى حالة قطع فى الوضع الطبيعى إلى أن تصل إشارة رقمية منخفضة للمدخل IN فيتحول الترياك لحالة الوصل .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٥ – ٤) يعرض دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضة من دوائر متكاملة CMOS .



الشكل (٥ – ٤)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 100 Ω .

R_2 مقاومة كربونية 22 K Ω .

R_3 مقاومة كربونية 10 K Ω .

R_4 مقاومة كربونية 10 K Ω .

R_5 مقاومة كربونية 100 Ω .

C_1 مكثف سيراميك 10 nf .

C_2 مكثف بولى كربونات 100 nf وجهده 400 V .

Q_1 ترياك يختار حسب تيار الحمل .

Q_2 ترانزستور UJT طراز 2 N 2646 .

Q_3 ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .

T_1 محول نبضات 1 : 1 .

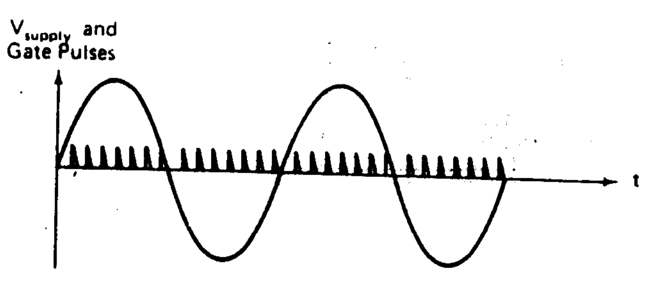
نظرية التشغيل :

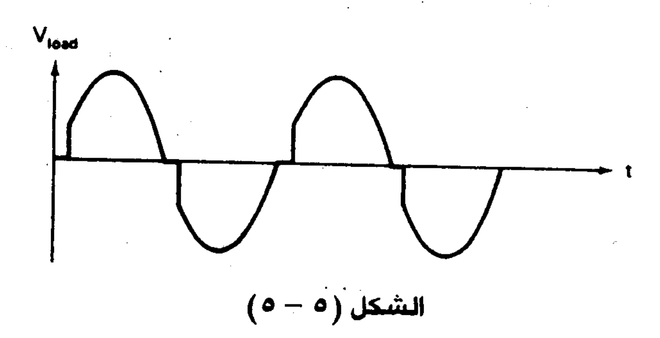
عند وصول إشارة منخفضة للمدخل IN فإن الترانزستور Q_3 سيتحول لحالة الوصل فيعمل المذبذب المتراخى المؤلف من R_2 , C_1 , Q_2 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1}{R_2 C_1} = 4500 \text{ Hz}$$

وتنتقل هذه النبضات عبر محول النبضات T_1 لبوابة الترياك Q_1 فيتحول الترياك لحالة الوصل بعد عدة درجات من عبور موجة التيار المتردد بالصفر، وذلك نتيجة للفرق الكبير فى تردد المصـــدر المتـــردد وتردد هذه النبضات .

والشكل (٥ - ٥) يبين شكل موجة جهد المصدر، ونبضات إشعال الترياك ، وشكل موجة الجـــهـــد على أطراف الحمل .

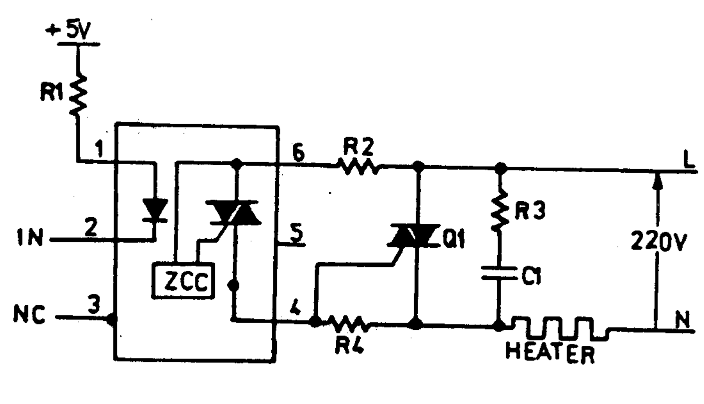




الشكل (٥ - ٥)

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٥ - ٦) يبين دائرة ريلاى إستاتيكى يعمل عند وصول إشارة رقمية منخفضـــة لمدخله من دائرة متكاملة TTL ، فيقوم بتشغيل ترياك لحظة عبور الجهد بالصفر لذلك يسمى هذا الريلاى بريلاى عبور الصفر Zero Crossing .



الشكل (٥-٦)

عناصر الدائرة :

IC_1	وحدة عزل ضوئية طراز MOC 3040 أو MOC 3041 .
R_1	مقاومة كربونية 250 Ω .
R_2	مقاومة كربونية 56 Ω .
R_3	مقاومة كربونية 39 Ω .
R_4	مقاومة كربونية 330 Ω
C_1	مكثف بولى كربونات 10 nf ويعمل عند جهد 400V
Q_1	ترياك طراز TIC 226 D .
R_L	حمل كهربى قدرته 1750 VA بحد أقصى .

نظرية التشغيل :

عند وصول إشارة منخفضة للمدخل IN ينبعث شعاع ضوئى من الثنائى المشع لوحدة الارتباط الضوئية IC_1 ، وعند عبور موجة الجهد المتردد بالصفر يتحول الترياك الضوئى لوحدة الارتباط الضوئى IC_1 لحالة الوصل ويصبح كمفتاح مغلق، فيتحول ترياك القدرة Q_1 هو الآخر لحالة الوصل ويكتمل مسار التيار للحمل .

وتعمل المقاومة R_3 والمكثف C_1 بعمل قصر على أطراف الترياك عند وجود قفزات سريعة للجهد فينخفض الجهد بسرعة عبر مقاومة الحمل R_L، وعموما فإن المقاومة R_3 ليس لها دور فى إخماد القفزات السريعة ، وينحصر دورها فى تحديد تيار التفريغ للمكثف C_1 فى أطراف الترياك ، وعادة تسمى دائرة المقاومة R_3 والمكثف C_1 بدائرة المصيدة Snubber .

الباب السادس

المؤقتـات الزمنيــة

المؤقتـــات الزمنيـــة

٦-١- مقدمة :

يمكن القول بانه لا توجد اى عملية صناعية لا تحتوى بداخلها على بعض المراحل التى تجرى خلال أزمنة محددة ، ومن هنا جاءت الحاجة الماسة للمؤقتات الزمنية. والجدير بالذكر أنه يوجد عدة أنواع من المؤقتات الزمنية حسب خواص تشغيلها أهمها ما يلى

١- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل Delay on Timer ، فعند وصول التيار الكهربى لهذا المؤقت ينعكس وضع ريش تلامس المؤقت بعد تاخير زمنى مقدار t (وهو الزمن المعاير عليه المؤقت)، فتصبح الريش المفتوحة طبيعيا NO مغلقة، والريش المغلقة طبيعياً NC مفتوحة، وبمجرد انقطاع التيار الكهربى عن المؤقت الزمنى تعود ريش التلامس للمؤقت الزمنى لوضعها الطبيعى .

٢- المؤقت النبضى Pulse Timer وهو يعكس حالة ريشه عند وصول التيار الكهربى له وتعود ريشه لوضعها الطبيعى بعد انتهاء الزمن المعاير عليه أو عند انقطاع التيار الكهربى عنه .

٦-٢ الدوائر العملية للمؤقتات الزمنية

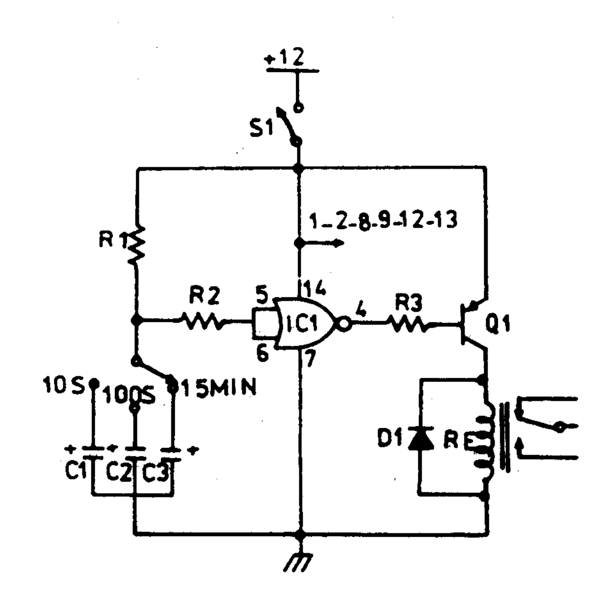
يمكن تقسيم المؤقتات الزمنية حسب أزمنة تاخيرها إلى :

- مؤقتات زمنية لها زمن تاخير واحد مثل : (10s)
- مؤقتات زمنية لها عدة أزمنة تاخير مثل : (1s, 10s, 10min)
- مؤقتات زمنية لها عدة أمدية للتاخير فمثلاً : المدى الاول يتراوح مابين (1:12min)، والمدى الثانى يتراوح مابين (10min:2hr)، والمدى الثالث يتراوح مابين (100min:20hr).

وسوف نتناول الدوائر العملية لهذه الانواع فى هذه الفقرة.

الدائرة رقم 1:

الشكل (٦-١) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله ثلاثة أزمنة تاخير وهى (10s, 100s, 15min)



الشكل (٦ - ١)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 2.2M Ω .

R_2 مقاومة كربونية 10K Ω .

R_3 مقاومة كربونية 1K Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 10μF وجهده 16V

C_2 مكثف كيميائى سعته 100μF وجهده 16V .

C_3 مكثف كيميائى سعته 1000μF وجهده 16V .

Q_1 ترازستور PNP طراز 2N3906 .

D_1 ثنائى سليكونى طراز 1N4001 .

RE ريلاى يعمل عند جهد 12V ومقاومته 160 Ω .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

S_2 مفتاح بثلاثة أوضاع تشغيل .

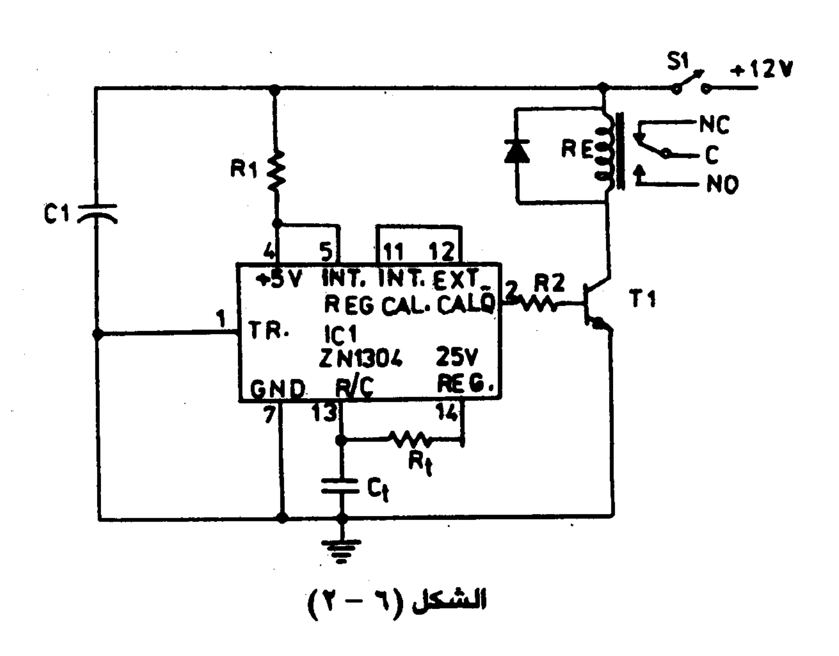
IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 .

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 ووضع المفتاح S_2 على وضع 10S يمر التيار الكهربى عبر المقاومة R_1 والمكثف C_1 ، فيشحن المكثف C_1 وبعد 10S تقريبا يصبح الجهد على أطراف المكثف C_1 كافياً لجعل دخل البوابة عالياً ويصبح خرج البوابة منخفضاً فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل، ويمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE ، فينعكس وضع الريشة القلاب للريلاى، وعند فتح المفتاح S_1 فإن المكثف C_1 يفرغ شحنته خلال المقاومة R_2 فى زمن صغير جداً فيصبح الجهد عند مدخل البوابة منخفضاً، وتباعاً يصبح خرج البوابة عالياً ،فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع، وينقطع التيار الكهربى عن ملف الريلاى RE ، وتعود الريشة القلاب CO للريلاى لوضعها الطبيعى وبنفس الطريقة يمكن الحصول على زمن تاخير 100 S وذلك بوضع المفتاح S_2 على وضع 100 S وغلق المفتاح S_1 وكذلك يمكن الحصول على زمن تاخير (15 min) بوضع المفتاح S_2 على وضع 15 min وغلق المفتاح S_1 وهكذا .

الدائرة رقم 2 :

الشكل(٦-٢) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله زمن تأخير واحد .



الشكل (٦ - ٢)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 680 Ω .

R_t انظر الجدول (٦ – ١) .

C_1 مكثف كيميائى سعته 1µf وجهده 16V .

C_t انظر الجدول (٦ – ١)

T_1 ترانزستور NPN طراز 2N3053 .

D_1 ثنائى سليكونى طراز 1N 4001 .

IC_1 دائرة متكاملة لمؤقت دقيق طراز ZN 1034 .

RE ريلاى يعمل عند جهد 12V ومقاومة لا تقل عن 110 Ω .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يقوم المؤقت الزمنى IC_1 بتغيير حالة المخرج $\bar{Q}$ من منخفض إلى عالٍ بعد مرور فترة زمنية مقدارها t تعتمد على قيمة كل من C_t, R_t . والجدول (٦ – ١) يبين قيمة الزمن t عند قيم مختلفة من R_t, C_t .

الجدول (٦ – ١)

R_t	39 k Ω	22 k Ω	100 k Ω	1.2 M Ω	3.3 M Ω	2.2 M Ω
C_t (µf)	0.01	1	1	1	10	100
t	1 S	1 min	5 min	1 hr	1 day	1 week

حيث إن :

أسبوع : week – يوم : Day – ساعة : hr – دقيقة : min – ثانية : S .

ويمكن الحصول على زمن تأخير الدائرة المتكاملة ZN 1034 من المعادلة التالية مباشرة :

$$t = 2735 \; C_t R_t \; (s)$$

وبعد مرور الزمن t يتحول الترانزستور T_1 لحالة التشبع (الوصل) فيعمل الريلاى RE على عكس ريشته القلاب CO ، ولكن بمجرد فتح المفتاح S_1 تعود حالة المخرج $\bar{Q}$ للمؤقت الدقيق ZN 1034 للحالة المنخفضة ، فيتحول الترانزستور T_1 لحالة القطع وينقطع التيار الكهربى عن الريلاى RE ، فتعود ريشته القلاب CO لوضعها الطبيعى .

والجدير بالذكر أن زمن تأخير الدائرة المتكاملة ZN1034 يتراوح ما بين (50 ns : 1 week) .

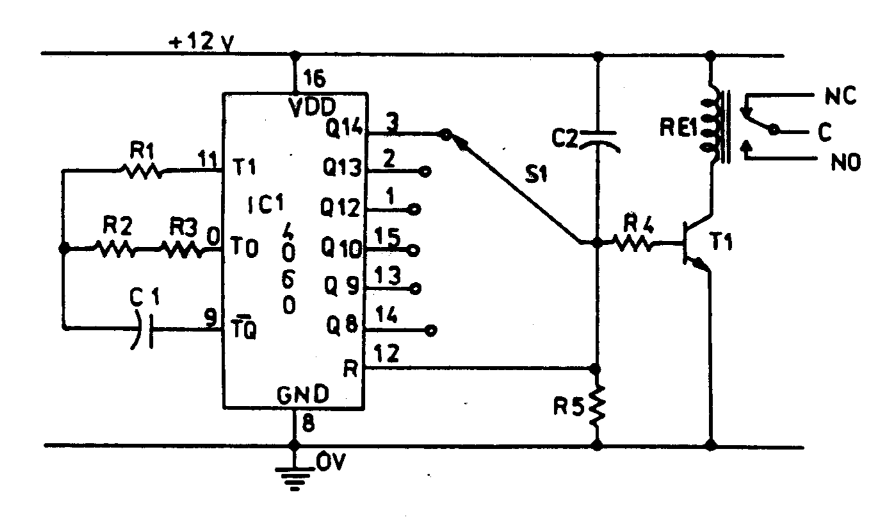
حيث إن :

$$(R_t = 5\,k\Omega : 5\,M\Omega \quad ; \quad C_t = 3.3\,\mu f : 100\,\mu f)$$

علماً بأن خرج المخرج $\bar{Q}$ (الرجل 2) هو معكوس خرج المخرج Q (الرجل 3) ، وتصل شدة التيار الداخل والخارج من هذا المؤقت 25 mA .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٦ - ٣) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله ستة أزمنة تأخير يمكن اختيار أحدها بواسطة المفتاح S_1 .



الشكل (٦ - ٣)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 1.8 M Ω .

R_2 مقاومة كربونية 4.7 M Ω .

R_3 مقاومة كربونية 100 K Ω .

R_4 مقاومة كربونية 1 k Ω .

R_5 مقاومة كربونية 470 k Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 0.5 µf وجهده 16V .

C_2 مكثف كيميائى سعته 0.022 µf وجهده 16V .

T_1 ترانزستور NPN طراز BC 147 .

IC_1 دائرة متكاملة لعداد ثنائى بمذبذب ويعمل العداد كمقسم لتردد المذبـــذب طراز 4060

RE_1 ريلاى يعمل عند جهد 12V + وله مقاومة 500 Ω .

S_1 مفتاح دوار له ستة مواضع مختلفة .

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة يعمل مذبذب الدائرة المتكاملة IC_1 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1}{2.2\, C_1\, (R_2 + R_3)}$$

$$F = 0.19\ HZ$$

وبالتالى فإن زمن الدورة الواحدة يساوى :

$$T = \frac{1}{F} = \frac{1}{0.19} = 5.3\ sec$$

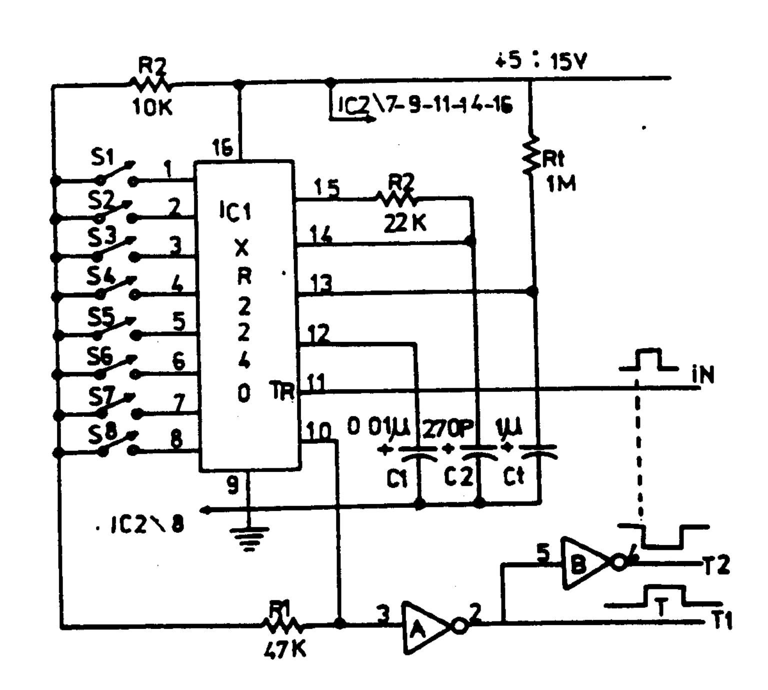
وتقوم الدائرة المتكاملة أيضاً بعد النبضات الخارجة من هذا المذبذب الداخلى وإخراج عدد النبضات فى صورة ثنائية من المخارج Q_4 - Q_{13} ، فمثلاً تصبح حالة المخرج n عالية بعد مرور زمن مقداره Tn يساوى :

$$Tn = 2^n\, T$$

على سبيل المثال :إذا كان المفتاح S_1 موضوعاً على الرجل 3 ، والتى تقابل المخرج Q_{14} فإن حالة هذا المخرج ستصبح عالية بعد زمن يساوى (2^{14} x 5.3 sec) أى : بعد حوالى 24 hr فيتحول الترانزستور T_1 لحالة الوصل ويمر التيار الكهربى فى الملف الريلاى RE_1 ، فيقوم الريلاى بعكس حالة ريشته القلاب .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٦ – ٤) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى نبضى يمكن برمجته بواسطة المفاتيح S_1 - S_8 .



الشكل (٦ – ٤)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 47 K Ω

R_2 مقاومة كربونية 10 k Ω

R_t مقاومة كربونية 1 MΩ

C_1 مكثف كيميائى سعته $0.01 \mu f$ وجهده 16V .

C_2 مكثف كيميائى سعته 270 Pf وجهده 16V .

Ct مكثف كيميائى سعته $1 \mu f$ وجهده 16V .

IC_1 دائرة متكاملة لمؤقت مبرمج طراز XR 2240 .

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 4049 .

$S_1 - S_8$ ثمانية مفاتيح قطب واحد سكة واحدة .

نظرية التشغيل :

يعتمد زمن النبضة العالية التى تخرج من T_1 ، والذى يساوى زمن النبضة المنخفضة التى تخرج من T_2 على أوضاع المفاتيح $S_1 - S_8$.

فمثلاً عند غلق المفاتيح S_1 , S_2 , S_8 ووصول نبضة عالية لمدخل الدائرة المتكاملة XR2240 (الرجل 11) فإن زمن النبضات الخارجة من T_1, T_2 يساوى .

$$T = NT_B$$

حيث إن :

N هو مجموع رتب المفاتيح المغلقة .

T_B زمن أساس المؤقت الزمنى XR 2240 والذى يساوى :

$$T_B = Rt\ Ct$$

علماً بان رتبة المفتاح رقم n تساوى 2^{n-1} فمثلاً رتبة المفتاح رقم 1 تساوى 2^0 وهكذا أى أن :

$$N = 2^0 + 2^1 + 2^5 = 35$$

وبالتالى فإن :

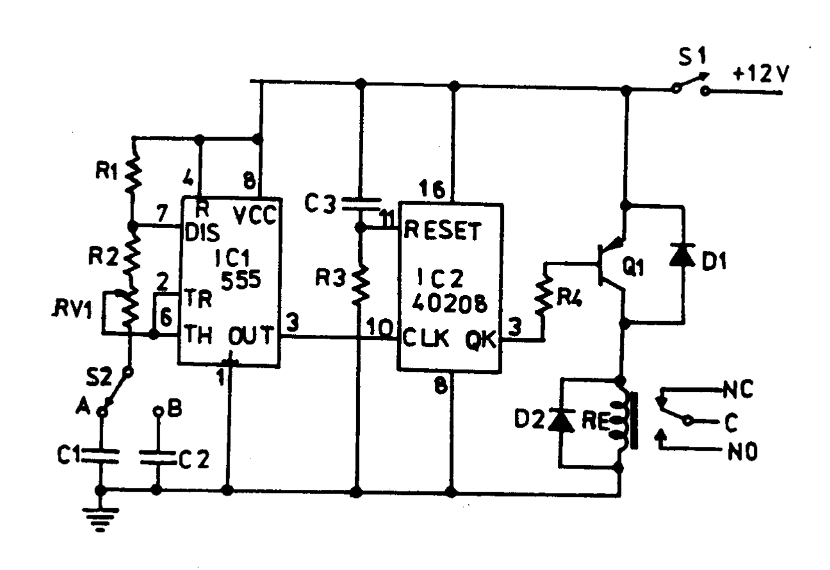
$$T = n\ Rt\ Ct$$

$$= 35 \times 10^{-6} \times 10^6 = 35\ S$$

والجدير بالذكر أنه يمكن تحرير الدائرة المتكاملة XR 2240 ، وإعادة حالة المخرج T_1 للحالة المنخفضة ، وحالة المخرج T_2 للحالة العالية وذلك عند وصول نبضة عالية لمدخل التحرير (الرجل 10) .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٦ – ٥) يعرض الدائرة العملية لمؤقت نبضى له عدد 2 مدى زمنى، المدى الأول : يتراوح ما بين 10 min : 1 والمدى الثانى : 10 : 100 min .



الشكل (٦ – ٥)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 2.2 kΩ

R_2 مقاومة كربونية 39 kΩ

R_3 مقاومة كربونية 1 MΩ

R_4 مقاومة كربونية 6.8 kΩ

RV_1 مقاومة متغيرة 470 kΩ

C_1 مكثف بوليستير سعته 100 nf .

C_2 مكثف بوليستير سعته 1 μf .

C_3 مكثف بوليستير سعته 100 nf .

D_1, D_2 ثنائى سليكونى طراز 1N 4001 .

T_1 ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .

IC_1 دائرة متكاملة لمؤقت 555 .

IC_2 دائرة متكاملة لعداد ثنائى له 14 مخرجاً ثنائياً طراز 4020 B .

RE ريلاى يعمل عند جهد 12V ومقاومته أكبر من 120 Ω .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

S_2 مفتاح قطب واحد سكتين .

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يعمل المؤقت 555 كمذبذب لا مستقر تردده يعتمد على وضع المفتاح S_2 ، فعند وضع المفتاح S_2 على الوضع A فإن التردد الخارج من المؤقت 555 يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_1 + 2 (R_2 + RV_1)]}$$

$$= 10 \text{ Hz} : 125 \text{ HZ}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F}$$

$$= 0.008 : 0.1 \text{S}$$

أما عند وضع المفتاح S_2 على الوضع B فإن التردد الخارج من المؤقت 555 يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_2 [R_1 + 2 (R_2 + RV_1)]}$$

$$F = 10 : 12.5 \text{ Hz}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F} = 0.08 : 1S$$

ويقوم العداد IC_2 كمقسم للتردد يكون حالة المخرج Q_{14} عالياً بعد تأخير زمنى يساوى

$$t = 8192\,T$$

حيث إن T هو زمن الدورة الكاملة النبضات الخارجة من المؤقت 555 ، ويتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل بمجرد غلق المفتاح S_1 ، ويمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE ، وتنعكس وضع الريشة القلاب الخاصة به .

وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى t يصبح خرج العداد IC_2 عالياً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع ، وينقطع التيار الكهربى عن ملف الريلاى RE ، وتعود الريشة القلاب للمؤقت الزمنى لوضعها الطبيعى .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغير الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى فى المدى الأول ، وكذلك فى المدى الثانى بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 ، ويعمل المؤقت على المدى الأول عند وضع S_2 على الوضع 1 ، وعلى المدى الثانى عند وضع S_2 على الوضع 2 .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٦ – ٦) يعرض الدائرة العملية لمؤقت نبضى له ثلاثة أمدية زمنية المدى الأول :

1: 12 min والمدى الثانى 2hr : 100 min والمدى الثالث 20hr : 100 min

عناصر الدائرة :

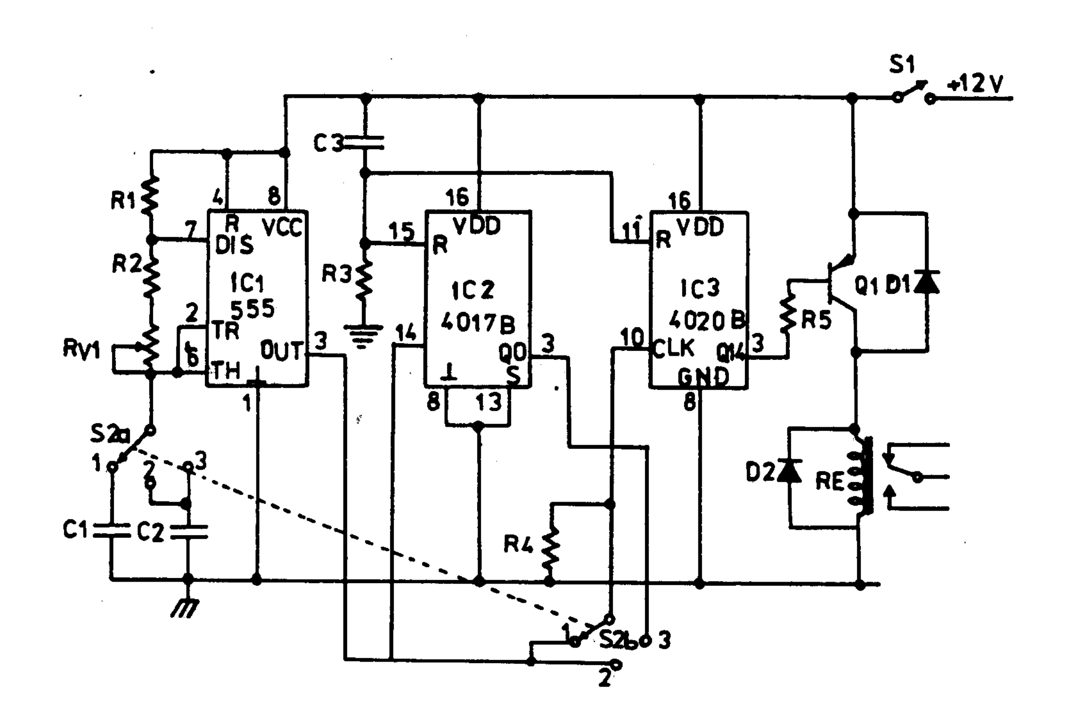
R_1 مقاومة كربونية 2.2 kΩ

R_2 مقاومة كربونية 39 kΩ

R_3 مقاومة كربونية 1 MΩ

R_4 مقاومة كربونية 27 kΩ

R_5 مقاومة كربونية 6.8 kΩ



الشكل (٦ – ٦)

RV_1	مقاومة متغيرة 470 k Ω
C_1	مكثف بوليستير 120 nF
C_2	مكثف بوليستير 1 μf
C_3	مكثف بوليستير سعته 100 nf
D_1 , D_2	ثنائى سليكونى طراز 1N 4001
Q_1	ترانزستور NPN طراز 2N 3906
IC_1	دائرة متكاملة لمؤقت 555
IC_2	دائرة متكاملة لعداد عشرى طراز 4017 B
IC_3	دائرة متكاملة لعداد ثنائى له 14 مخرجاً طراز 4020 B
S_1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
S_2	مفتاح قطبين بثلاث سكك

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يعمل المذبذب 555 كمذبذب لا مستقر تردده يعتمد على وضع المفتاح S_2 ، فعند وضع المفتاح S_2 على الوضع 1 فإن التردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_1 + 2 (R_2 + RV_1)]}$$

$$= 0.83 : 104 \text{ HZ}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F}$$

$$= 0.096 : 1.2 \text{ S}$$

فى حين أنه عند وضع المفتاح S_2 على الوضع 2,3 فإن التردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_1 + 2 (R_2 + RV_1)]}$$

$$= 8.3 : 10.4 \text{ HZ}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F}$$

$$= 0.096 : 0.12 \text{S}$$

ويعمل العداد العشرى IC_2 على تقسيم التردد الخارج من المؤقت الزمنى 555 على 10 ويكون خرج العداد IC_3 عالياً بعد تأخير زمنى :

$$t = 8192 \text{ T}$$

حيث إن :

Tهو زمن الدورة الكاملة الخارجة من المؤقت 555 ، عندما يكون المفتاح S_2 على الوضع 1, 2 ، أما T فتساوى 1/10 (عشر) زمن الدورة الكاملة الخارجة من المؤقت 555 عندما يكون المفتاح S_2 على الوضع 3 .

وعند غلق المفتاح S_1 يمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE ، وينعكس وضع الريشة القلاب له وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى يصبح خرج العداد IC_3 عالياً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع ، وينقطع التيار الكهربى عن ملف الريلاى RE ، وتعود الريشة القلاب للمؤقت الزمنى لوضعها الطبيعى .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغيير الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى فى المدى الأول والثانى والثالث ، بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 .

ويعمل المؤقت الزمنى على المدى الأول عند وضع S_2 على الوضع 1 ، ويعمل المؤقت على المدى الثانى عند وضع S_2 على الوضع 2 ، فى حين يعمل المؤقت على المدى الثالث عند وضع S_2 على الوضع 3 .

الباب السابع

تطبيقات على استخدام العدادات الرقمية

تطبيقات على استخدام العدادات الرقمية

٧ / ١ مقدمة :

يوجد العديد من التطبيقات التى تستخدم العدادات الرقمية بأنواعها المختلفة على سبيل المثال، وليس على سبيل الحصر وحدات التعبئة والتغليف حيث تستخدم العدادات فى عد العبوات المارة على السير ، وكذلك فى نظام تهوية الأنفاق للتحكم فى نظام تهوية الأنفاق ، بما يتناسب مع عدد الأشخاص الموجودين داخل النفق ، وسوف نتناول فى هذا الباب بعض هذه التطبيقات .

٧ / ٢ - بعض التطبيقات المستخدمة للعدادات الرقمية :

ستنتاول فى هذه الفقرة مجموعة مختلفة من الدوائر العملية لبعض التطبيقات التى تستخدم العدادات الرقمية على سبيل المثال :

١ – دوائر الكترونية لعدادات نبضات مزودة بوحدات عرض رقمية .

٢ – دوائر تحكم الكترونية لوحدات تعبئة .

٣ – دائرة تحكم الكترونية لنظام تهوية جراج .

٤ – دائرة تحكم الكترونية فى وحدة ملء ثلاثة خزانات .

الدائرة رقم 1 :

الشكل (٧ – ١) يعرض دائرة عداد الكترونى يعد النبضات الداخلة على مدخل النبضات والمؤلف من دوائر متكاملة عائلة TTL ، ويتراوح مدى العد ما بين 9999 : 0 .

عناصر الدائرة :

IC_1 - IC_4 دوائر متكاملة لعدادات ثنائية مكودة عشرياً طراز 7490

IC_5 - IC_8 دوائر متكاملة لمشغلات وحدات عرض رقمية Decoders طراز 7447

سبع وحدات عرض رقمية بمصعد مشترك Common Anode

R_1 - R_{28} مقاومات كربونية 220Ω

R_{29} مقاومة كربونية 1 k Ω

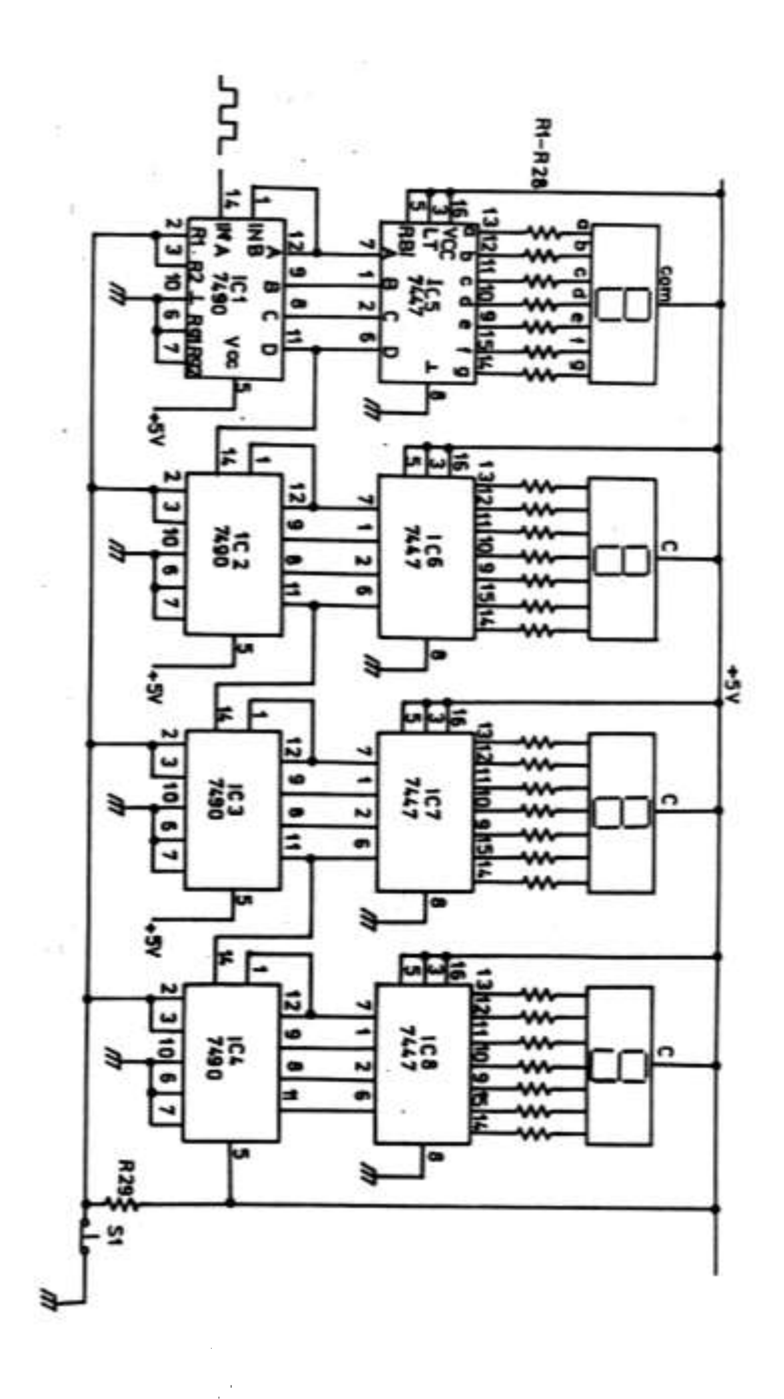
S_1 ضاغط بريشة مغلقة طبيعاً

نظرية عمل الدائرة :

يقوم كل عداد بتقسيم عدد النبضات التى تدخل على مدخل نبضاته على 10 ، وذلك لأن العداد لا يعد عند وصول نبضة عالية لمدخل نبضاته ، ولكن عند الانتقال من عال لمنخفض ، وهذا يحدث عند النبضة العاشرة للعداد السابق .

فيقوم العداد IC_1 بتقسيم عدد النبضات الداخلة لمدخل النبضات IN_A (الرجل 14) على 10، فى حين يقوم العداد IC_2 بتقسيم عدد النبضات القادمة من العداد IC_1 والداخلة لمدخل النبضات IN_A (الرجل 14) على 10 وهكذا ، وتقوم الدوائر المتكاملة لمشغلات وحدات العرض الرقمية بتحويل الخرج الثنائى للعدادات الثنائية المكودة ثنائياً إلى شفرة تشغيل وحدات العرض ذات السبع شرائح .

والجدير بالذكر أنه يمكن إعادة العدد المعروض على وحدات العرض الرقمية للصفر بالضغط على الضاغط S_1 ، حيث تصل إشارة منخفضة لمداخل التحرير R0 (1) , R0 (2) للعدادات الأربعة IC_1 - IC_4 ، فتصبح حالة مخارج العدادات الأربعة منخفضة ، وبالتالى يصبح العدد المعروض هو : 0000 .


IC1
7490
IC2
7490
IC3
7490
IC4
7490
IC5
7447
IC6
7447
IC7
7447
IC8
7447
R1-R28
R29
S1
+5V
Com
C

الشكل (٧-١)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٧ – ٢) يعرض دائرة عداد الكترونى يعد النبضات الداخلة على مدخل نبضاته، ويبنى هذا العداد من دوائر متكاملة CMOS ويتراوح مدى العد ما بين 9999 : 0 .

عناصر الدائرة :

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .

IC_2 - IC_5 دوائر متكاملة لعداد عشرى مكود عشرياً له خرج مناسب لتشغيل وحدة عرض رقمية بمهبط مشترك Common Cathode طراز 4033 أربع وحدات عرض رقمية بمهبط مشترك .

R_1 , R_2 مقاومات كربونية $1M\ \Omega$.

R_3 مقاومة كربونية $10\ k\Omega$.

R_4 - R_{31} مقاومات كربونية $470\ \Omega$.

C_1 مكثف بوليستير سعته 0.1 Mf .

S_1 مفتاح قطب واحد سكتين.

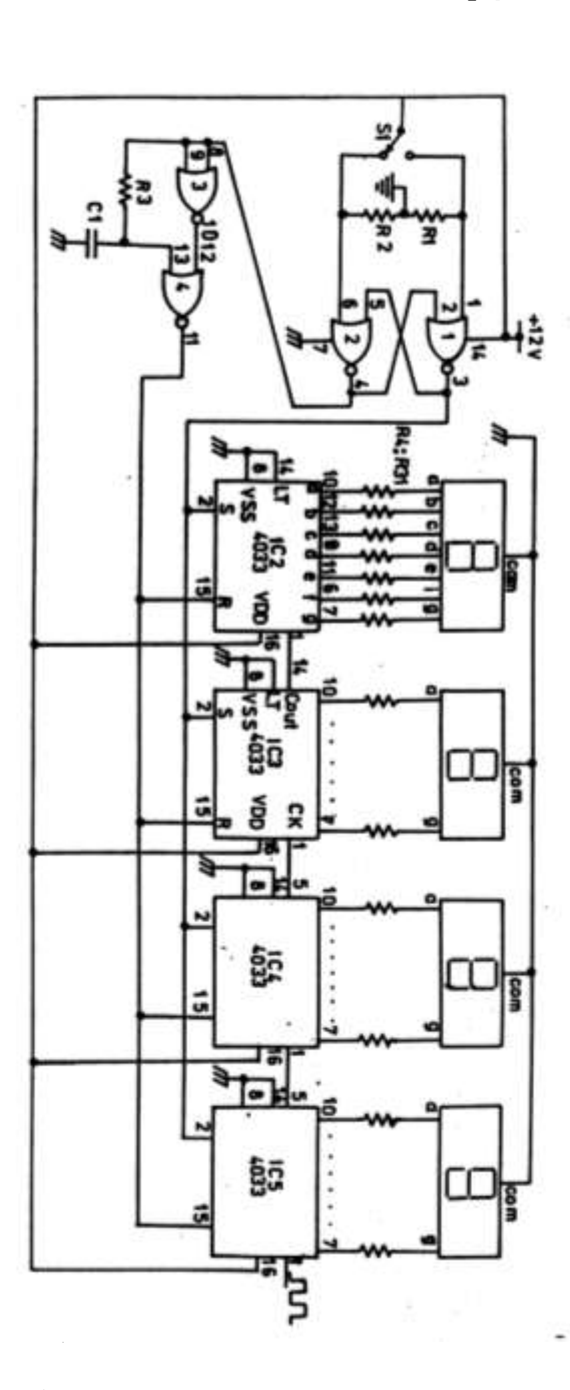
نظرية عمل الدائرة :

تعمل الدائرة المؤلفه من البوابتين 2 ,1 على منع الارتداد Boundes الناشئ من تشغيل المفتاح S_1 ، فى حين تعمل الدائرة المؤلفة من البوابتين 4 , 3 والمقاومة R_3 والمكثف C_1 على إحداث تاخير زمنى من لحظة وصول نبضة على مدخل البوابة 3 مقداره (1S) وذلك من المعادلة التالية :

$$t = R_3 C_1$$

فعند وضع المفتاح S_1 على وضع Start تصل إشارة لمداخل Strobe (الرجل 2) للعدادات الاربعة IC_2 - IC_5 فى حين تكون حالة مداخل التحرير Reset (الرجل 15) للعدادات الأربعة منخفضة ، فتعمل العدادات عند وصول نبضات لمدخل نبضات العداد الأيمن (الرجل 1) ، ويقوم كل عداد بتقسيم عدد النبضات التى تدخل لمدخل نبضاته والقادمة من العداد السابق له جهه اليمين على 10 حيث يوصل مخرج الباقى Cout لكل عداد بمدخل نبضات العداد

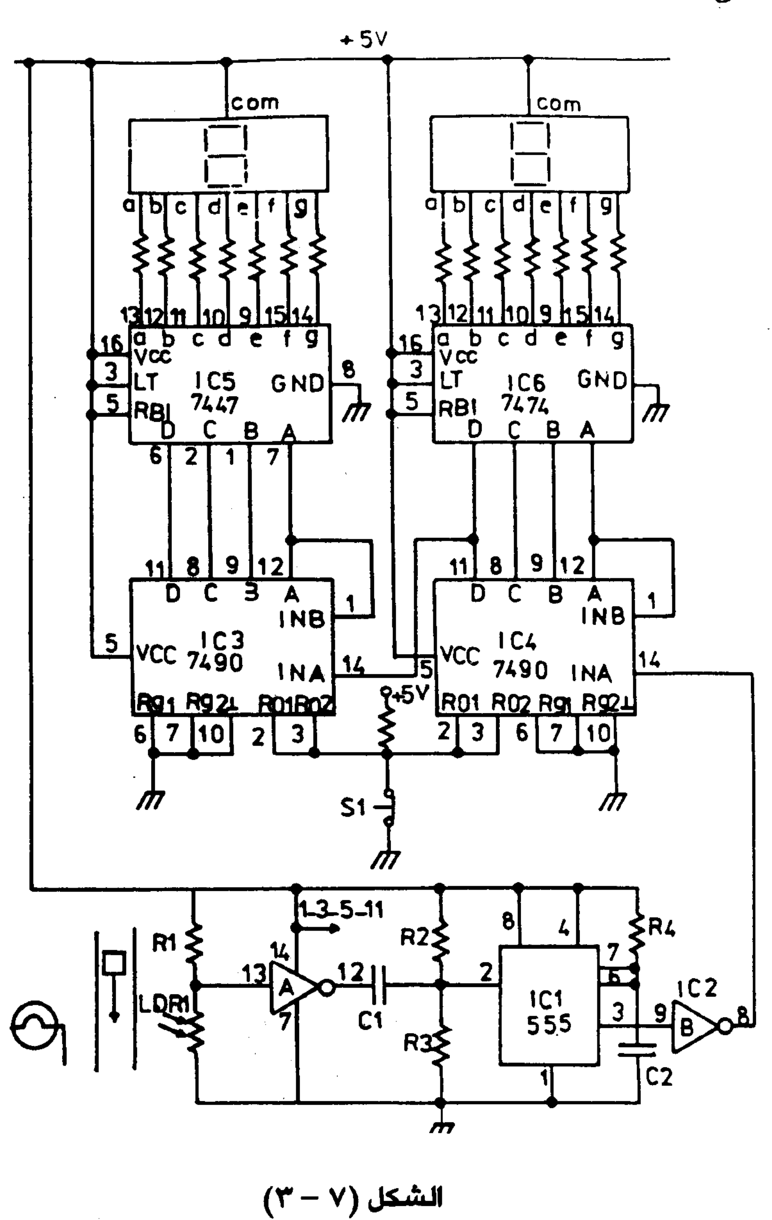
التالى ، وبمجرد وضع المفتاح S_1 على وضع Stop فإن دخل البوابة 3 يصبح عاليا، فتخرج إشارة عالية من البوابة 4 بعد 1mS تعمل على تحرير العدادات الأربعة ليصبح العدد الظاهر على وحدات العرض هو : 0000 .



الشكل (٧-٢)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٧ – ٣) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى عد الصناديق المارة على سير بحد أقصى 99 .



الشكل (٧ – ٣)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 470 Ω

R_2 مقاومة كربونية 12kΩ

R_3 مقاومة كربونية 8.2 k Ω

R_4 مقاومة كربونية 1MΩ

R_5 - R_{20} مقاومات كربونية 220 Ω

LDR_1 مقاومة ضوئية مقاومتها فى الظلام 1M Ω وفى الضوء 100 Ω

C_1 مكثف بوليستير سعته 0.22μF

C_2 مكثف بوليستير سعته 0.5μF

IC_1 مؤقت زمنى 555

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404

IC_3 IC_4 دائرتان متكاملتان لعدادين BCD طراز 7490

IC_5 IC_6 دائرتان متكاملتان لمشغلين وحدة عرض رقمية بمصعد مشترك طراز 7447

وحدتا عرض رقميتان بمصعد مشترك Common Anode

نظرية التشغيل :

فى الوضع الطبيعى فإن الشعاع الضوئى الساقط من المصدر الضوئى يسقط على LDR_1 ، فتصبح مقاومتها 100 Ω تقريباً، وبالتالى يكون دخل العاكس A منخفضاً ، ومن ثم يصبح خرج هذا العاكس عالياً ليشحن المكثف C_1 ، ويكون خرج المؤقت 555 منخفضاً (الرجل 3)، وبالتالى يصبح خرج العاكس B عالياً ، وبمجرد مرور صندوق على السير ينقطع مسار الشعاع الضوئى الساقط على LDR_1 فتزداد هذه المقاومة ، لتصبح 1MΩ ، ويصبح دخل العاكس A عالياً ، وبالتالى يصبح خرج العاكس A منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مكونة من R_1 , C_1 , R_3 ويعتمد زمن النبضة على زمن قطع الصندوق لمسار الشعاع

الضوئى، وتخرج نبضة عالية من المخرج 3 للمؤقت 555 ، والذى يعمل كمذبذب أحادى الاستقرار زمنها يساوى :

$$t = 1.1 R_4 C_2$$

$$t = 0.55 S$$

ويقوم العاكس B بعكس هذه النبضة لتصبح نبضة منخفضة وتصل هذه النبضة لمدخل النبضات IN_A (الرجل 14) للعداد الأيمن ، فيصبح العدد الثنائى الخارج من هذا العداد 1 ويظهر على شاشة العرض الرقمية اليمنى العدد 1 فى حين يظهر على شاشة العرض الرقمية اليسرى 0 ، وهذا يكافئ العدد العشرى 01 ، وكلما انقطع مسار الشعاع الضوئى نتيجة لمرور أحد الصناديق ازداد العدد المعروض على الوحدتين الرقميتين بمقدار 1 ، علماً بأن أقصى عدد يظهر على وحدات العرض الرقمية هو 99 .

ويمكن تحرير الدائرة فى أى لحظة ، وذلك لتصفير وحدتى العرض الرقميتين بواسطة الضاغط S_1 ، فعند الضغط عليه تصبح مداخل التحرير للعدادين IC_3 , IC_4 عالية ، فيصبح خرج العدادين هو الصفر ، ويكون العدد المعروض على وحدتى العرض الرقميتين هو 00 .

والجدير بالذكر أنه يمكن تنفيذ دائرة لعد الصناديق المارة على سير بحد أقصى 9999 باستبدال العداد الالكترونى المستخدم فى الدائرة التى نحن بصددها ، والمؤلف من IC_3 - IC_6 ووحدتى العرض الرقميتين بدائرة العداد الالكترونى رقم 1 .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٧-٤) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى عد الصناديق على سير بحد أقصى 9999 .

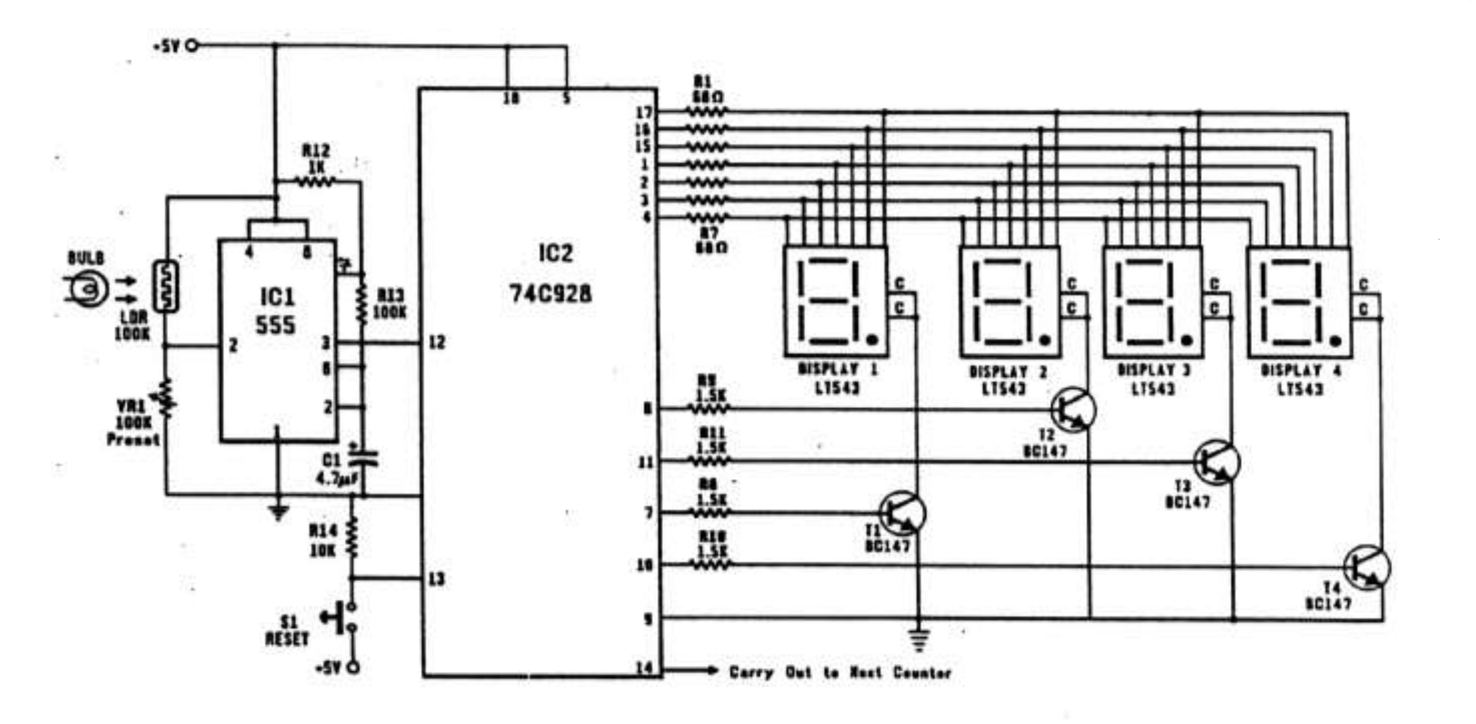
عناصر الدائرة :

R_1 - R_7	مقاومات كربونية 68 Ω .
R_{12}	مقاومات كربونية 1.5 k Ω .
R_{13}	مقاومة كربونية 10 k Ω .
VR_1	مقاومة متغيرة 100 k Ω .
LDR	مقاومة ضوئية مقاومتها عند الظلام 1MΩ ، وعند الضوء 100 Ω .
T_1 - T_4	ترانزستورات NPN طراز BC 147 .
IC_1	مؤقت 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد بموزع ومشغل وحدات عرض رقمية طراز 74 C 928
Display 1:4	أربع وحدات عرض رقمية طراز LT 543 .

نظرية التشغيل :

فى الوضع الطبيعى يسقط شعاع ضوئى من المصدر الضوئى على المقاومة الضوئية LDR ، فتصبح مقاومتها مساوية Ω 100 تقريباً ، وبالتالى يكون دخل المدخل 2 للمؤقت 555 عالياً، وتباعاً تصبح حالة مخرج المؤقت (الرجل 3) منخفضة ، ولكن عند مرور صندوق على السير ينقطع مسار الشعاع الضوئى الساقط على LDR ، فتزداد مقاومتها لتصبح 1MΩ ، وبالتالى تصبح حالة المدخل 2 للمؤقت منخفضة ، وفى هذه اللحظة تخرج نبضة من المؤقت زمنها يساوى t :

$$t = 1.1 R_{13} C_1$$
$$= 500 \text{ ms}$$


+5V
BULB
LDR
100K
VR1
100K
Preset
R12
1K
IC1
555
R13
100K
C1
4.7µF
R14
10K
S1
RESET
+5V
IC2
74C928
R1
68Ω
R7
68Ω
R9
1.5K
R11
1.5K
R8
1.5K
R10
1.5K
DISPLAY 1
LTS43
DISPLAY 2
LTS43
DISPLAY 3
LTS43
DISPLAY 4
LTS43
T1
BC147
T2
BC147
T3
BC147
T4
BC147
Carry Out to Next Counter

الشكل (٧ -٤٠)

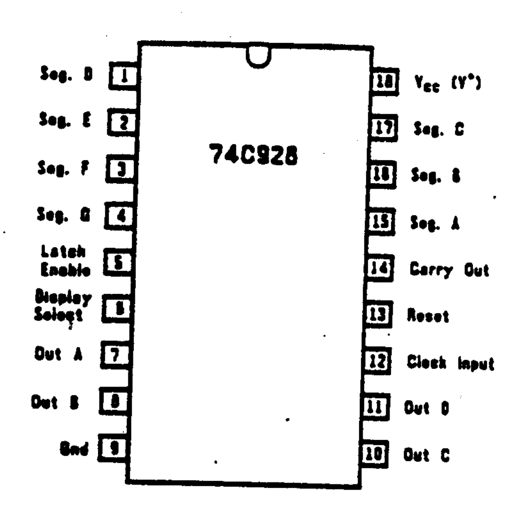
فتصل نبضة لمدخل الدائرة المتكاملة IC_2 (الرجل 12) وتقوم هذه الدائرة المتكاملة بثلاث عمليات وهى

١ - إخراج العدد 1 بشفرة وحدات العرض الرقمية من مخارج وحدات العرض (1,2,3,4,15,16,17) مع خروج نبضة عالية من المخرج (10) فيتحول الترانزستور T_4 لحالة الوصل ، ويظهر العدد 1 على وحدة العرض اليمنى ثم بعد ذلك يخرج العدد 0 بشفرة وحدات العرض الرقمية من مخارج وحدات العرض مع خروج نبضة عالية من المخرج (11) فيتحول الترانزستور T_3 لحالة الوصل ويظهر العدد 0 على وحدة العرض الثانية جهة اليمين ، ثم بعد ذلك يخرج العدد 0 بشفرة وحدات العرض من مخارج وحدات العرض مع خروج نبضة عالية من المخرج 8 فيتحول T_2 لحالة الوصل ويظهر العدد 0 على وحدة العرض الثالثة جهة اليمين . وأخيراً يخرج العدد 0 بشفرة وحدات العرض من مخارج وحدات العرض مع خروج نبضة عالية من المخرج 7 فيتحول T_1 لحالة الوصل فيظهر العدد 0 على وحدة العرض اليسرى ، علماً بأن هذا يحدث بسرعة عالية جداً ولا يستطيع المشاهد ملاحظتها وبالتالى يكون العدد المعروض على وحدات العرض الرقمية هو 0001 و عند مرور صندوق آخر بين المصدر الضوئى والمقاومة الضوئية يظهر العدد 0002 ، وهكذا .

علماً بأن أكبر عدد هو 9999 ، ويمكن تحرير الدائرة فى أى لحظة بالضغط على الضاغط S_1 فتعود قراءة العداد إلى 0000 .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغذية عداد آخر من مخرج الباقى لهذا العداد إذا كان مطلوباً وحدة عد بحد أقصى 99999999 .

والشكل (٧ - ٥) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة 74 C 928 .



الشكل (٧ – ٥)

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٧ – ٦) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى التحكم فى تشغيل وحدة تعبئة بحيث إن العدد الأقصى للعبوات التى يمكن تغليفها لا يزيد عن 99 فى المرة الواحدة .

عناصر الدائرة :

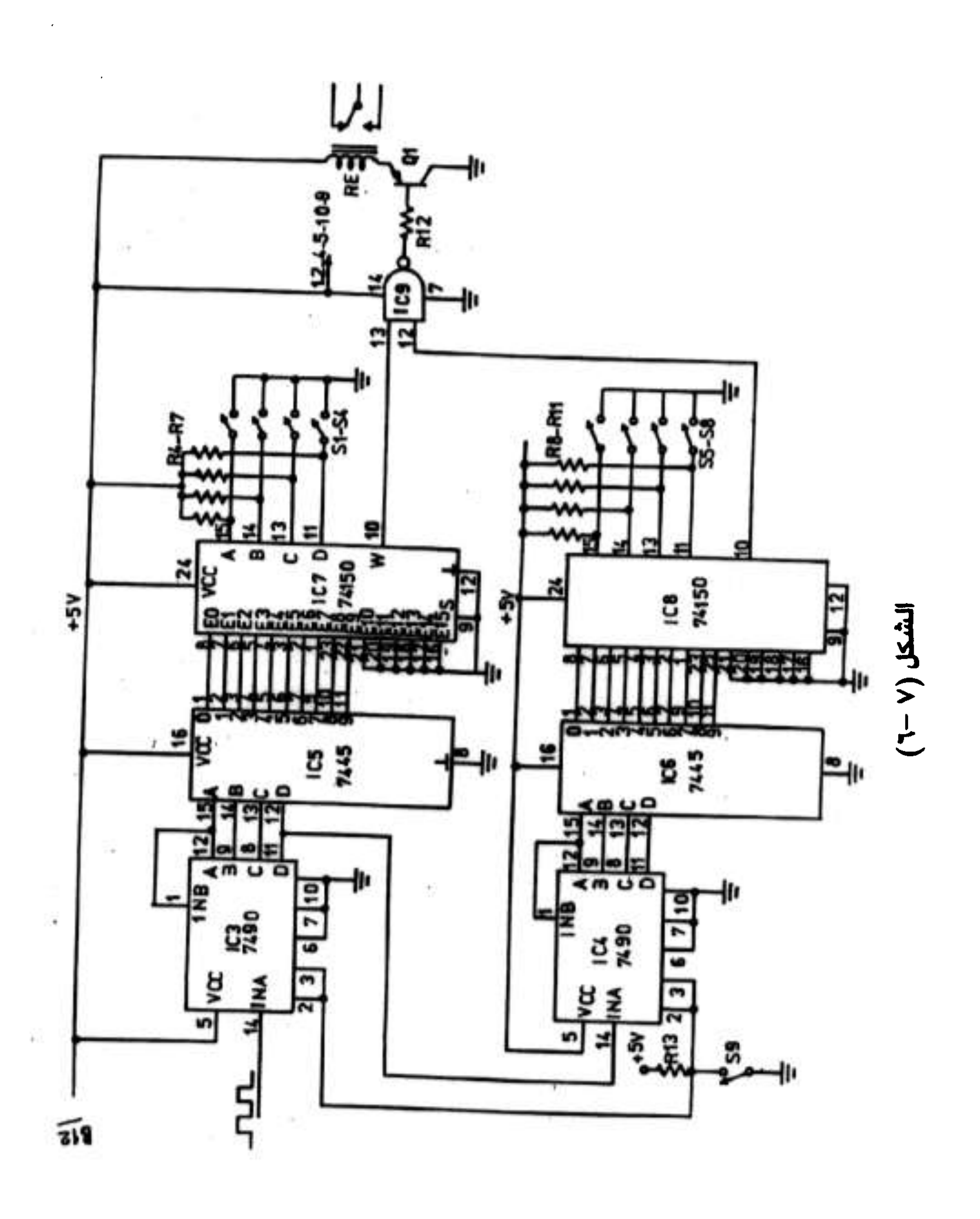
$R_4 - R_{11}, R_{13}$	مقاومات كربونية 10kΩ .
R_{12}	مقاومة كربونية 1 k Ω .
Q_1	ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .
IC_3 , IC_4	دوائر متكاملة لعدادات BCD طراز 7490 .
IC_5 , IC_6	دوائر متكاملة لمفسر شفرة ثنائى / عشرى طراز 7445 .
IC_7 , IC_8	دوائر متكاملة لمجمعات MUX طراز 74150 .
IC_9	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .

نظرية التشغيل :

تستخدم دائرة توليد النبضات والتى تعمل عند مرور الصناديق على السير والمبينة بالشكل (٤ – ١٠) لتوليد نبضات التشغيل لهذه الدائرة التى نحن بصددها . وفى البداية يتم ضبط وحدة التعبئة على عدد معين من العبوات ، وذلك باستخدام المفاتيح S_1 - S_8 حيث إن العدد الأقصى الممكن الحصول عليه هو 99 علماً بان عدد الآحاد نحصل عليه من المفاتيح S_1 - S_4 ، وعدد العشرات نحصل عليه من المفاتيح S_5 - S_8 ، حيث يتم إدخال هذه الأعداد بطريقة ثنائية، فعند غلق المفاتيح S_4, S_5 , S_6 فإن عدد الآحاد يصبح مساويا 2^3 أى 8 وعدد العشرات يكون مساوياً $(2^1 + 2^0)$ أى 3 وبالتالى يصبح العدد المعايرة عليه وحدة التعبئة هو 38 .

وعند غلق المفتاح S_9 تصبح العدادات IC_4 , IC_3 جاهزة لعد النبضات الداخلة لمدخل النبضات IN_A للعداد IC_3 . فعند مرور صندوق على السير يصبح خرج العداد IC_3 مساوياً 1 ثنائى ، وتقوم الدائرة المتكاملة IC_5 لمفسر الشفرة الثنائية 7445 بتحويل العدد الثنائى لمكافئه العشرى لتصبح حالة المخرج 0 (الرجل 1) منخفضة (L) وذلك لأن مخارج مفسر الشفرة 7445 معكوسة ، فى حين يكون باقى المخارج عالية ، وتقوم الدائرة المتكاملة للمجمع IC_7 (MUX) بإخراج معكوس حالة المدخل الذى عنوانه يكافئ العدد المحمل به المداخل الثنائية A - D وهو "E_8" ، وبالتالى يكون خرج IC_7 (الرجل 10) منخفضاً ، ويستمر الوضع هكذا إلى أن يكون خرج العداد IC_3 يساوى 8 ، وبالتالى فإن حالة المخرج الثامن للدائرة IC_5 سيكون منخفضاً ، ومن ثم يصبح خرج IC_7 عالياً .

وعند وصول عدد الصناديق المارة على السير 38 ، فإن خرج العداد IC_3 يصبح مساوياً 8 ثنائى وخرج العداد IC_4 يصبح مساوياً 3 ثنائى ، وبالتالى يصبح المخرج الثامن لمفسر الشفرة IC_5 منخفضاً والمخرج الثالث لمفسر الشفرة IC_6 منخفضاً وتباعاً يصبح خرج كل من IC_7 , IC_8 مرتفعاً (الرجل 10) ، ومن ثم يصبح خرج البوابة IC_9 منخفضاً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل حيث إن باعث Q_1 متصل بالجهد +5V، وبالتالى يمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE فيعمل الريلاى على عكس وضع الريشة القلاب الخاصة به .


+5V
IC3
7490
IC4
7490
IC5
7445
IC6
7445
IC7
74150
IC8
74150
IC9
R4-R7
R8-R11
S1-S4
S5-S8
R12
R13
S9
Q1
RE
12-4-5-10-8

الشكل (٧-٦)

والجدير بالذكر أنه يوجد دائرة أخرى تتحكم فى تشغيل وحدة التعبئة، بحيث تستخدم فيها الريشة القلاب للريلاى RE ، وبمجرد انعكاس حالة هذه الريشة القلاب تتوقف وحدة التعبئة عن العمل .

فى هذه الحالة يقوم المشغل بفتح المفتاح S_9 ، فيحدث تحرير للعدادين IC_4 , IC_3 ، وتتوقف دورة التشغيل .

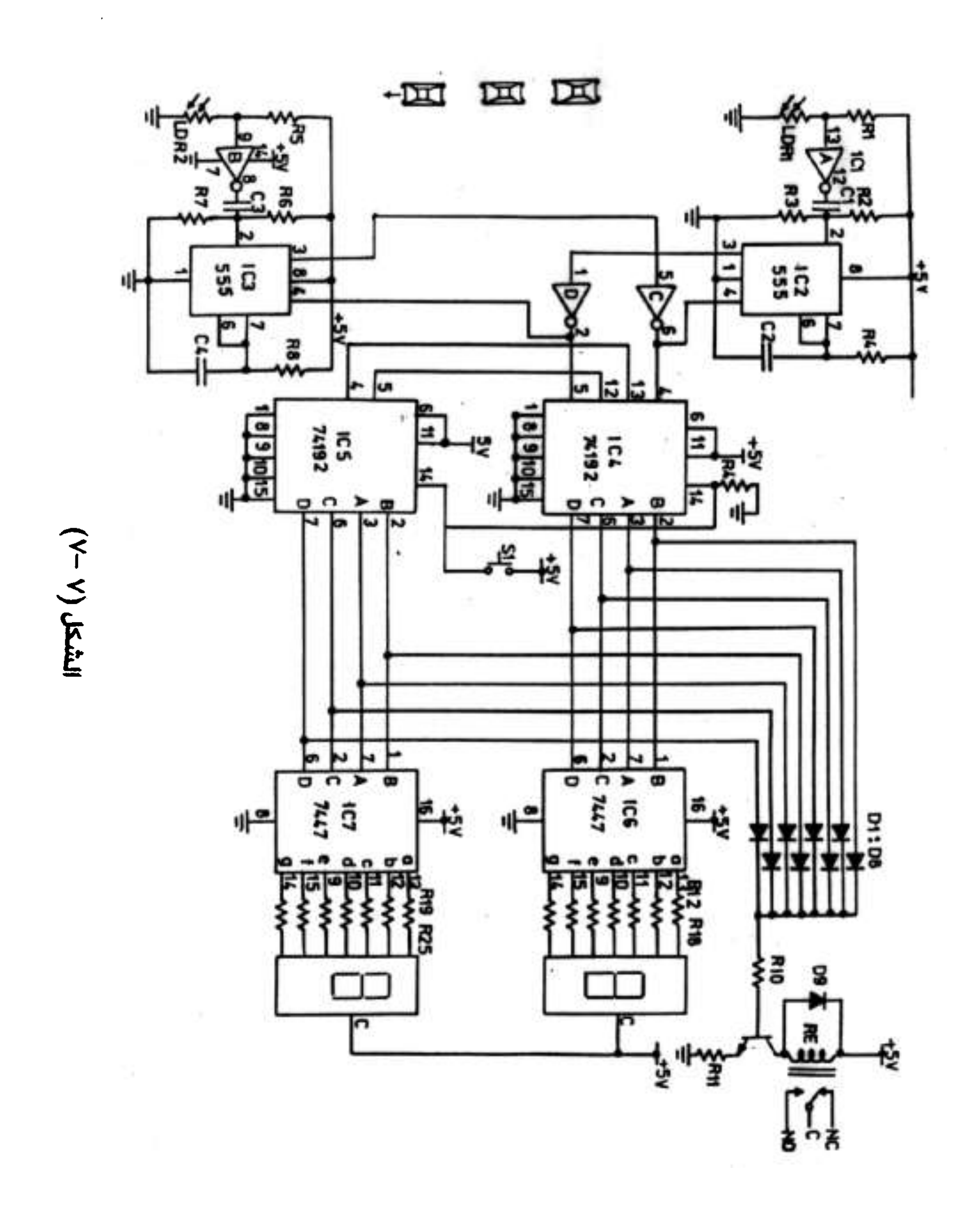
ويمكن ضبط المفاتيح S_8 - S_1 على أى عدد بنفس الطريقة السابق شرحها ، وإعادة تشغيل الوحدة بواسطة المفتاح S_9.

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٧ – ٧) يعرض الدائرة الالكترونية المستخدمة فى التحكم فى نظام تهوية جراج مع إمكانية عرض عدد السيارات الموجودة داخل الجراج فى أى لحظة بحيث إن العدد الأقصى المسموح به للسيارات هو : 99 .

عناصر الدائرة :

R_1 R_5, R_9	مقاومات كربونية 470 Ω .
R_2, R_6	مقاومات كربونية 12kΩ .
R_3 , R_7	مقاومات كربونية 8.2k Ω .
R_4 , R_8	مقاومات كربونية 1M Ω .
R_{12} - R_{25}	مقاومات كربونية 220 Ω .
LDR	مقاومة ضوئية مقاومتها القصوى 1MΩ ، والصغرى 100 Ω .
C_1 , C_3	مكثف بوليستير سعته 0.22 µf .
C_2 , C_4	مكثف بوليستير سعته 0.5 µf .
D_1 - D_8	ثنائيات سليكونية طرا 1N 4001 .
D_9	ثنائى سليكونى طراز 1N 4148 .
Q_1	ترانزستور NPN طراز 2N 3904 .
IC_1	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .
IC_2, IC_3	دائرة متكاملة لمؤقت 555 .


IC1
IC2 555
IC3 555
IC4 74192
IC5 74192
IC6 7447
IC7 7447
LDR1
LDR2
D1:D8
D9
RE
NC
C
NO
+5V

الشكل (٧-٧)

IC_4 , IC_5 دوائر متكاملة لعدادات BCD تصاعدية / تنازليه طراز 74192 .

IC_6, IC_7 دوائر متكاملة لمشغلات وحدات عرض رقمية بمصعد مشترك طراز 7447 .

وحدتا عرض رقميتان بمصعد مشترك طراز DISP1

S_1 ضاغط بريشة مفتوحة .

نظرية التشغيل :

١ - فى حالة عدم دخول سيارة داخل الجراج فإن المقاومة LDR_1 ستقترب من 100 Ω نتيجة لسقوط الشعاع الضوئى عليها من مصدر ضوئى مقابل ، وبالتالى يصبح دخل العاكس A منخفضاً ، وتباعاً يكون خرج العاكس A عالياً .

٢ - عند دخول سيارة للجراج ينقطع الشعاع الضوئى الساقط على المقاومة الضوئية LDR_1 ، فتزداد مقاومتها إلى 1MΩ ، فيصبح دخل العاكس A عالياً ، وتباعاً يكون خرج العاكس A منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مؤلفة من R_1, C_1, R_3 فتتولد نبضة منخفضة ، اتساعها يعتمد على زمن قطع السيارة للشعاع الضوئى ، وتخرج نبضة عالية من الرجل 3 للدائرة المتكاملة 555 (IC_2) زمنها 0.55 S ، ويقوم العاكس D بعكس هذه النبضة لتخرج من نبضة منخفضة فتدخل هذه النبضة على الرجل 5 (المدخل التصاعدى UP) للعداد IC_4 ، وعند الحافة الصاعدة لهذه النبضة يصبح خرج العداد مساوياً 1 ، فيقوم مشغل وحدة العرض بتحويل خرج العداد لشفرة وحدة العرض ، ليظهر 1 على وحدة العرض المتصلة به ، وفى نفس الوقت ينتقل خرج العداد لقاعدة الترانزستور Q_1 من خلال الموحد D_2 ، ليتحول الترانزستور لحالة الوصل فيعمل الريلاى RE ويدور محرك مروحة الجراج .

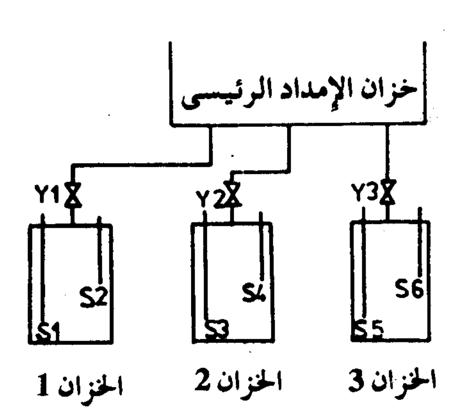
٣ - عند خروج سيارة لخارج الجراج فإن مقاومة LDR_2 تصبح عالية (1MΩ)، ويصبح دخل العاكس B عالياً، وبالتالى يصبح خرج هذا العاكس منخفضاً ، وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مكونة من R_5, C_3, R_7 ، ويعتمد زمن النبضة المنخفضة الخارجة من البوابة B والداخلة للمدخل 2 للمؤقت 555 (IC_3) ، فتخرج نبضة عالية من المخرج 3 للدائرة المتكاملة IC_3 زمنها 0.55 S ، فيكون خرج العاكس c هو معكوس خرج IC_3، وتصل هذه النبضة المنخفضة لمدخل العداد التنازلى Down (رقم 4) للدائرة المتكاملة IC_4 ،

فيعمل العداد عند الحافة الصاعدة كعداد تنازلى ، ويقل العدد الخارج على مخارج هذا العداد بمقدار 1 ، ويقل أيضاً العدد الظاهر على وحدات العرض الرقمية بمقدار 1 ، وعندما يكون خرج العداد IC_4, IC_5 مساوياً صفراً فإن الترانزستور Q_1 سوف يتحول لحالة الفصل وينقطع التيار الكهربى المار فى الريلاى RE ، ويتوقف محرك مروحة الجراج .

٤- الدائرة المتكاملة IC_5 للعداد التنازلى / التصاعدى يعمل تصاعدياً عندما يزداد خرج IC_4 عن 9 ، ويعمل تنازلياً عندما يقل خرج IC_4 عن 0 حيث يوصل طرف الباقى CARRY (الرجل12) للعداد IC_4 مع طرف العد التصاعدى UP (الرجل5) للعداد IC_5 . فى حين يوصل طرف الاقتراض Borrow (الرجل13) للعداد IC_4 مع طرف العد التنازلى Down (الرجل4) للعداد IC_5 .

الدائرة رقم 7 :

الشكل (٧-٨) يعرض المخطط التكنلوجى لوحدة ملء ثلاثة خزانات أتوماتيكياً .



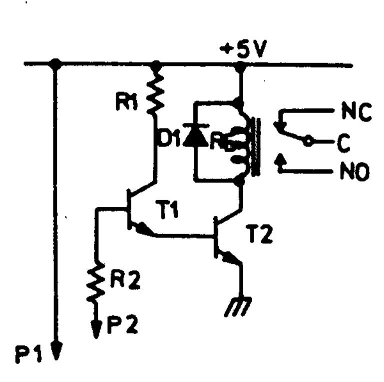
الشكل(٧-٨)

فعند انخفاض مستوى السائل فى أحد الخزانات عن المستوى السفلى له ، فإن الصمام الخاص بهذا الخزان سوف يفتح لينتقل السائل من خزان الإمداد إلى هذا الخزان وصولاً للمستوى العلوى للخزان، وبعد ذلك يغلق الصمام الكهربى مرة أخرى ، علماً بأنه لا يمكن عمل صمامين فى آن واحد .

والجدير بالذكر أن الصمام الكهربى Y_1 ، هو صمام الخزان رقم 1، والصمام الكهربى Y_2 هو صمام الخزان رقم 2 ، والصمام الكهربى Y_3 هو صمام الخزان رقم 3 ، وتستخدم مجسات ماء الكترونية لمعرفة مستوى السائل داخل الخزانات فتستخدم المجسات S_1, S_3, S_5 لمتابعة المستويات السفلية للخزانات الثلاثة والمجسات S_2, S_4, S_6 لمتابعة المستويات العلوية للخزانات

الثلاثة .

وقبل أن نتعرض للدائرة المستخدمة فى هذا التطبيق ، سنتناول فكرة موجزة عن مجسات الماء الالكترونية ، فالشكل (٧ – ٩) يعرض نموذجاً لأحد أنواع مجسات الماء الالكترونية .



الشكل (٧ – ٩)

عناصر الدائرة :

R_1, R_2 مقاومة كربونية 3.3 K Ω .

D_1 ثنائى سليكونى 1N4148 .

T_1, T_2 ترانزستورات NPN طراز 2N 2222.

RE ريلاى يعمل عند جهد5V + .

P_1, P_2 قطبان معدنيان .

فعند وصول مستوى السائل لمستوى القطب P_2، فإن ذلك يعنى وجود اتصال بين القطب P_1 ، والقطب P_2 بواسطة الماء ، فيتحول الترانزستور T_1 لحالة الوصل ، وتباعاً يتحول الترانزستور T_2 لحالة الوصل ، فيكتمل مسار التيار للريلاى RE ، وتتغير حالة الريشة القلاب للريلاى ، ويقوم الثنائى D_1 بخمد القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى ملف الريلاى عند انقطاع التيار الكهربى عنه .

والشكل (٧ – ١٠) يعرض الدائرة الالكترونية لوحدة ملء ثلاثة خزانات أتوماتيكياً .

عناصر الدائرة :

$R_1 - R_6$ مقاومات كربونية 1kΩ .

$R_7 - R_9$ مقاومات كربونية 1.5 k Ω.

$R_{10} - R_{12}$ مقاومات كربونية 1kΩ.

R_{13} مقاومة كربونية 10k Ω .

R_{14} مقاومة كربونية 1k Ω .

$C_1 - C_3$ مكثفات بوليستير 2 µf .

C_3 مكثف بوليستير سعته 1 µf .

C_5 مكثف بوليستير سعته 0.01 µf .

$T_1 - T_3$ ترانزستورات PNP طراز 2 N 3906 .

IC_1, IC_2 دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات OR طراز 7432 .

IC_3 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات XNOR طراز 74266 .

IC_4 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .

IC_5, IC_6 دوائر متكاملة تحتوى على قلابين J - k طراز 7476 .

$IC_7 - IC_9$ دوائر متكاملة لمذبذبات أحادية الاستقرار طراز 74121 .

IC_{10} مؤقت 555 .

IC_{11} دائرة متكاملة لعداد BCD طراز 7490 .

IC_{12} دئراة متكاملة لموزع (DEMUX) فى خط من عشرة طراز 7445 .

$Y_1 - Y_3$ ثلاثة صمامات كهربية تعمل عند جهد 24V .

$S_1 - S_6$ ست عوامات (مجسات ماء الكترونية) .

نظرية التشغيل :

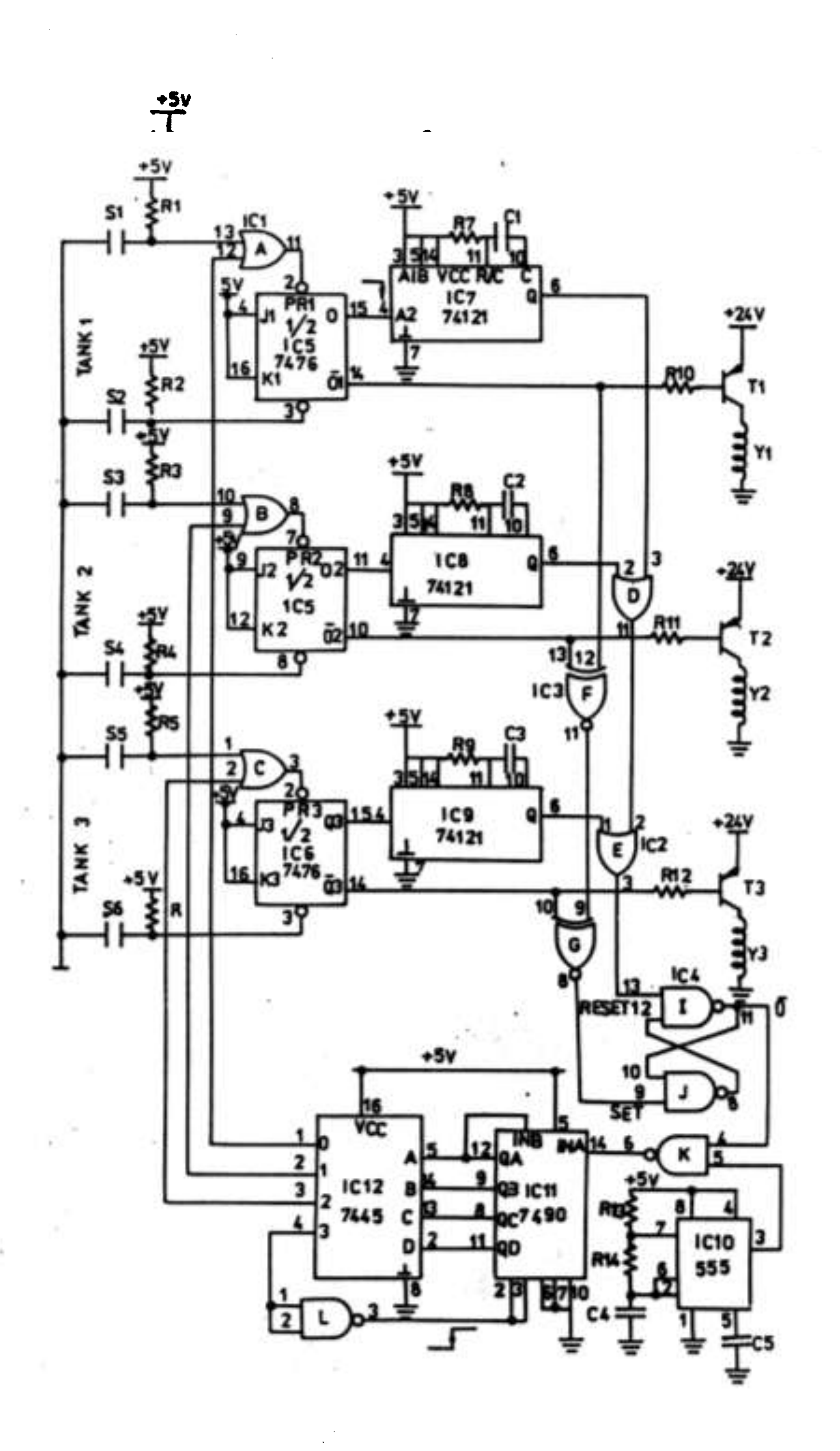
عندما يكون مستوى السائل فى الخزانات 1, 2, 3 أقل من مستوى المجسات العلوية S_2, S_4, S_6 ، وأعلى من مستوى المجسات السفلية S_1, S_3, S_5 فإن هذا يمثل الحالة المعتادة ، وتعمل الدائرة بالطريقة التالية :

يكون خرج القلاب المؤلف من البوابتين J, I عالياً ، وبالتالى فإن خرج البوابة K يكون معكوس نبضات الساعة المتولدة من مولد النبضات المؤلف من المؤقت 555 ، والتى ترددها 120 HZ ، ويقوم العداد IC_{11} بعد هذه النبضات فقبل وصول اى نبضات للعداد IC_{11} فإن حالة جميع المخارج Q_A - Q_D تكون منخفضة ، ويقوم الموزع IC_{12} بإخراج إشارة منخفضة عند المخرج الذى عنوانه يكافىء المكافئ العشرى للإشارات الثنائية الداخلة على المداخل A-D

ألا وهو المخرج (0) فى هذه الحالة أى أن : حالة المخرج (0) فى هذه الحالة تكون منخفضة ، فى حين باقى المخارج تكون عالية ، وطالما أن مستوى السائل فى الخزان الأول أعلى من المجس S_1، وأقل من المجس S_2 فلن تتغير حالة خرج البوابة A ، وعند وصول النبضة الأولى للعداد IC_{11} فإن حالة المخرج Q_A تصبح عالية وتباعاً تكون حالة المخرج 1 للموزع IC_{12} منخفضة ، وطالما أن مستوى السائل فى الخزان 2 مازال أعلى من مستوى المجس S_3 ، وأقل من مستوى المجس S_4 فلن تتغير حالة خرج البوابة B وتظل عالية .

ولنفرض أن مستوى السائل فى الخزان الثالث انخفض عن مستوى المجس S_5 حينئذ فإن ريشة المجس S_5 سوف تغلق ، وعند وصول النبضة الثانية للعداد IC_{11} فإن حالة المخرج 2 للموزع IC_{12} تصبح منخفضة ، حينئذ فإن حالة مخرج البوابة C تصبح منخفضة ، فيحدث إمساك للقلاب FF_3 ، وبالتالى تصبح حالة المخرج $\overline{Q}_3$ منخفضة وحالة Q_3 عالية، فيتحول الترانزستور T_3 لحالة الوصل ويمر التيار الكهربى فى ملف الصمام الكهربى Y_3 ، ويتدفق السائل من خزان الإمداد الرئيس إلى الخزان الثالث ، وفى نفس الوقت يصبح خرج البوابات F, G والمكافئة لبوابة XNOR – بثلاثة مداخل – عالية ، لأن حالة مدخلين عالية، وحالة مدخل منخفضة ، وبالتالى يحدث إمساك للقلاب المؤلف من البوابتين I, J ، وتصبح حالة المخرج $\overline{Q}$ منخفضة ، فينقطع مرور نبضات الساعة عبر البوابة k ، وتصبح حالة خرجها عالية، ويتوقف العداد عن العد ، ويستمر الوضع هكذا لحين وصول السائل فى الخزان الثالث لمستوى S_6 فى هذه اللحظة تفتح ريشة S_5 المغلقة وتغلق ريشة S_6 المفتوحة، فيصبح حالة خرج البوابة C عالية، فى حين تصبح حالة مدخل القلاب الثالث منخفضة ، فيحدث تحرير لهذا القلاب ، وتصبح حالة المخرج $\overline{Q}_3$ عالياً فينقطع التيار عن Y_3 ويتوقف تدفق السائل للخزان الثالث ، فى حين تخرج نبضة من المذبذب الأحادى الاستقرار IC_9 نتيجة لوصول نبضة ذات حافة هابطة للمدخل 4 فيصبح خرج البوابات D, E يشابه هذه النبضة ، فيحدث تحرير للقلاب المؤلف من البوابتين I, J وتصبح حالة $\overline{Q}$ لهذا القلاب عالية فتمر نبضات الساعة المتولدة من المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 عبر البوابة k للعداد IC_{11} ويصبح خرج العداد يكافىء (3)

عشرى ، فتصبح حالة المخرج (3) للموزع IC_{12} منخفضاً ، فيصبح خرج البوابة L والتى تعمل كعاكس عالياً ، فتصل إشارة عالية لمداخل التحرير للعداد IC_{11} فتعود حالة مخارج العداد إلى الصفر ، وبالتالى تصبح حالة المخرج 0 للموزع IC_{12} منخفضة ، فى حين أن باقى مخارج الموزع IC_{12} تكون عالية ، وطالما أن مستوى السائل فى الخزان الأول أعلى من المجس S_1 وأقل من المجس S_2 فلن تتغير حالة خرج البوابة A وتتكرر دورة التشغيل ، وبهذه الطريقة لن يفتح أكثر من صمام كهربى فى أى لحظة لتعويض النقص فى مستوى السائل فى الخزانات .



+5V
TANK 1
TANK 2
TANK 3
S1
S2
S3
S4
S5
S6
R1
R2
R3
R4
R5
R
IC1
A
B
C
PR1
1/2
IC5
7476
PR2
PR3
IC6
J1
K1
J2
K2
J3
K3
R7
C1
R8
C2
R9
C3
A1B
VCC
R/C
A2
IC7
74121
IC8
IC9
D
E
IC2
F
IC3
G
+24V
R10
R11
R12
T1
T2
T3
Y1
Y2
Y3
IC4
I
J
RESET
SET
K
IC12
7445
IC11
7490
INB
INA
QA
QB
QC
QD
IC10
555
R13
R14
C4
C5
L



الباب الثامن

دوائر الإنذار الصوتى والضوئى



دوائر الإنذار الصوتى والضوئى

٨ / ١ - مقدمة :

تعمل دوائر الإنذار المستخدمة فى الصناعة على تنبيه المشغلين **Operators** عن وجود مشكلة بالعملية الصناعية ، وذلك بإطلاق صفارة إنذار ، وكذلك إضاءة لمبة الإنذار الدالة على وجود مشكلة بالنظام ، ولمبة الإنذار الخاصة بمكان المشكلة ، وبذلك ينتبه المشغل إلى وجود مشكلة بالنظام ، ويقوم بإسكات صوت صفارة الإنذار بضاغط يسمى بضاغط المعرفة **Acknowledge** ، ثم بعد ذلك يحدد مكان المشكلة بالاستعانة بلمبة الإنذار المخصصة لذلك، ثم بعد ذلك يقوم المشغل باستدعاء فريق الصيانة لعمل الصيانة اللازمة ، وبعد انتهاء فريق الصيانة من الإصلاحات والصيانات اللازمة ، يقوم المشغل بتحرير الإنذار **Reset** للعودة للحالة الطبيعية .

٨/ ٢ - دوائر الإنذار الصوتية والضوئية العملية :

سنتناول فى هذه الفقرة مجموعة مختلفة لدوائر الإنذار الصوتية والضوئية المستخدمة فى الأنظمة الصناعية على سبيل المثال :

١ - دوائر إنذار تعمل عند ارتفاع منسوب السائل فى أحد الخزانات .

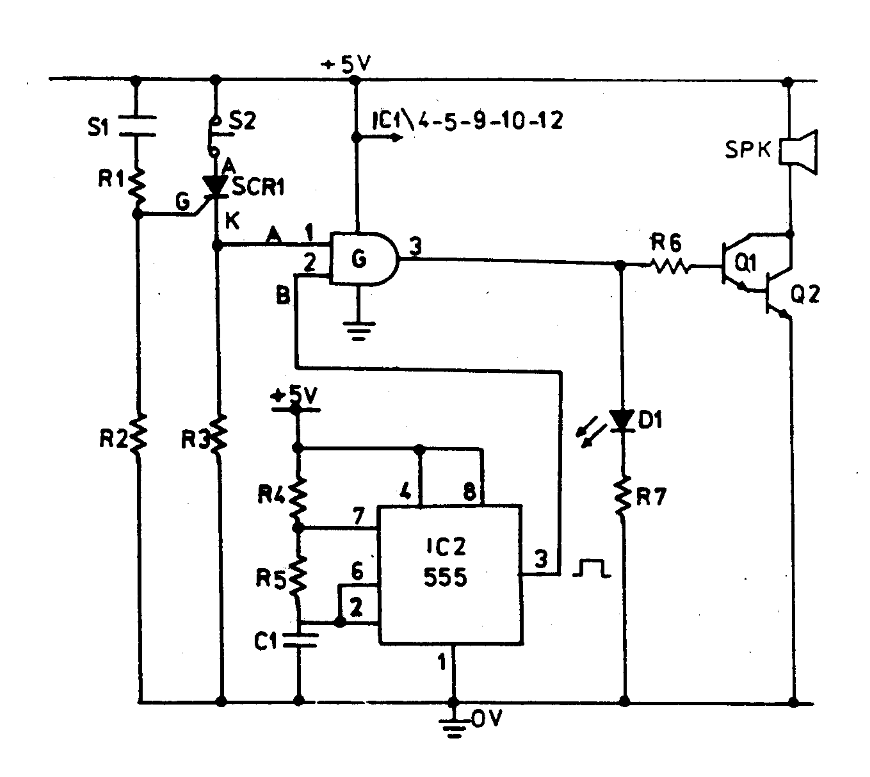
٢ - دوائر إنذار تعمل عند انخفاض ضغط الهواء المضغوط فى دائرة نيومايتكية .

٣ - دائرة إنذار لماكينة ديزل لأحد المولدات .

٤ - دوائر إنذار لبعض العمليات الصناعية .

الدائرة رقم **1** :

الشكل (٨ - ١) يعرض دائرة إنذار صوتية وضوئية تعمل عند ارتفاع منسوب الماء فى خزان ماء .



الشكل (٨ – ١)

عناصر الدائرة :

R_1 , R_2 , R_6 مقاومات كربونية 1k Ω .

R_3 مقاومات كربونية 330 Ω .

R_4 مقاومات كربونية 4.7k Ω .

R_5 مقاومات كربونية 100k Ω .

R_7 مقاومات كربونية 220 Ω .

C_1 مكثف سيراميك 0.01 µf .

SCR_1 ثايرستور طراز G106 B1 .

D_1 ثنائي مشع منخفض القدرة .

Q_1 , Q_2 ترانزستورات NPN طراز 2N 3904 .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 7408 .

IC_2 دائرة متكاملة لمؤقت NE 555 .

S_1 ريشة مفتوحة طبيعياً NO لمجس ماء الكترونى .

S_2 ضاغط بريشة مغلقة NC .

SPK سماعة مقاومتها 8 Ω .

نظرية التشغيل :

عند ارتفاع مستوى الماء فى الخزان وصولا لمستوى المجس S_1 تغلق ريشة المجس ، فيصبح جهد البوابة G للثايرستور SCR_1 موجباً بالنسبة لجهد المهبط K فيحدث إشعال للثايرستور ، ويمر التيار من المصعد A للمهبط K ، ويصبح جهد المهبط يساوى تقريباً +5V ، وبالتالى تصبح حالة المدخل 1 للبوابة G عالية ، فتخرج نبضات الساعة القادمة من خرج المؤقت 555 ، والذى يعمل كمذبذب لامستقر عبر البوابة G ، فيضيء الثنائى المشع D_1 بضوء متقطع بينما يتحول ترانزستور « دار لنجتون » ، والمؤلف من Q_1, Q_2 لحالة الوصل والفصل بنفس تردد نبضات الساعة ، فتصل نبضات كهربية مشابهة لخرج البوابة G للسماعة SPK ، وينتج عن ذلك صفارة الإنذار .

وعند قيام المشغل بالضغط على ضاغط إزالة الإنذار Reset (S_2) ينقطع مسار التيار للثايرستور SCR_1 ، ويتحول الثايرستور لحالة القطع وتصبح حالة المدخل 1 للبوابة G منخفضة، وتباعاً تصبح حالة خرج البوابة G منخفضة فينطفيء الثنائى المشع D_1 ، ويتحول الترانزستور Q_1, Q_2 لحالة القطع وتتوقف السماعة عن إصدار صوت الإنذار .

وعند إزالة الضغط عن S_2 هناك احتمالان :

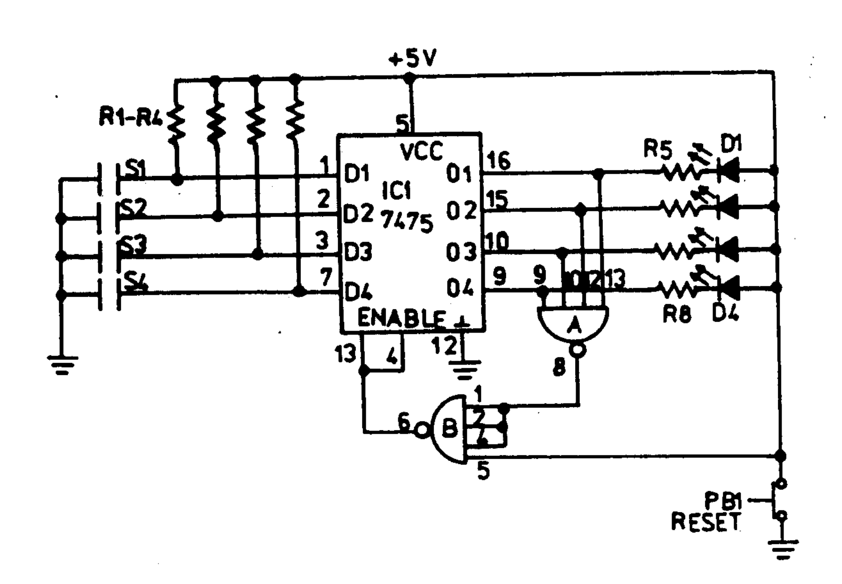
الأول : هو تكرر ما حدث سابقاً أى إضاءة الثنائى المشع D_1 وعمل السماعة وذلك إذا كانت ريشة المجس S_1 مازالت مغلقة.

والثاني : هو أن يظل الثنائى المشع D_1 معتماً ، وتظل السماعة SPK متوقفة عن إصدار صوت الإنذار ، وذلك عند عودة ريشة المجس S_1 لحالتها الطبيعية (مفتوحة) .

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام هذه الدائرة مع مجموعة خزانات ، وذلك بتوصيل الريشة المفتوحة لمجسات الخزانات بالتوازى معاً .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٨ - ٢) يبين دائرة إنذار ضوئية لأربعة خزانات سوائل تعمل عند انخفاض مستوى السائل فى أحد الخزانات .



الشكل (٨ - ٢)

عناصر الدائرة :

$R_1 - R_4$ مقاومات كربونية 680 Ω .

$R_5 - R_8$ مقاومات كربونية 1k Ω .

$D_1 - D_4$ ثنائيات مشعة .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربعة قلابات D طراز 7475 .

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على بوابتين NAND بأربعة مداخل طراز 7420 .

$S_1 - S_4$ أربعة مجسات ماء لكل منها ريشة مفتوحة طبيعياً NO .

PB_1 ضاغط تحرير بريشة مفتوحة NO .

نظرية التشغيل :

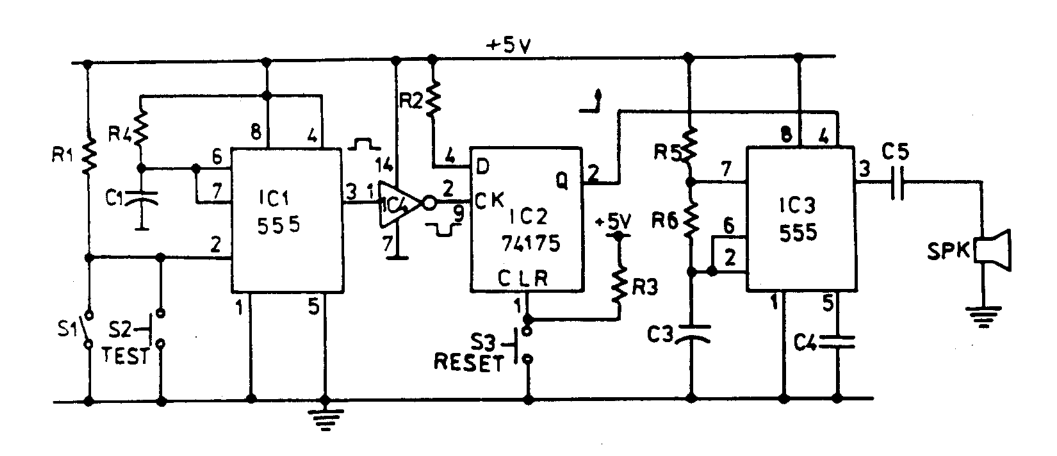
فى الوضع الطبيعى (أى : عندما يكون مستوى الماء فى الخزانات الأربعة منخفضاً عن مستوى المجسات S_1 - S_4 تكون حالة المخارج Q_1 - Q_4 للدائرة المتكاملة IC_1 عالية ، وبالتالى فإن خرج البوابة A يكون منخفضاً ، ومن ثم يكون خرج البوابة B عالياً ، فتصل إشارة عالية لمداخل التمكين لدائرة الإمساك IC_1 (الأرجل 4, 13) .

فتنتقل حالة المداخل D_1 - D_4 العالية إلى المخارج الأربعة Q_1 - Q_4 ، وتظل حالة هذه المخارج عالية وبمجرد ارتفاع منسوب الماء فى أحد الخزانات لمستوى مجسه تغلق الريشة المفتوحة لمجسه ، ولتكن ريشة المجس S_1 ، فتصبح حالة المدخل D_1 منخفضة ، وتنتقل هذه الحالة المنخفضة إلى المخرج Q_1 ، فيضئ الثنائى المشع D_1 ، وفى نفس الوقت يصبح خرج البوابة A عالياً ، وتباعاً يكون خرج البوابة B منخفضاً، فتصل إشارة منخفضة إلى مداخل التمكين للدائرة المتكاملة IC_1 (الرجل 4, 13) ، وبالتالى فإن حالة جميع المخارج Q_1 - Q_4 تظل كما هى مهما تغيرت حالة المداخل D_1 - D_1 .

فعندما تغلق ريشة مجس آخر فلن يحدث تغيير عما سبق ، وبعد معرفة نوع الخطأ يمكن إزالة هذا الخطأ ، وذلك بالضغط على ضاغط التحرير PB_1 فتصبح حالة خرج البوابة B عالية، وبالتالى تنتقل الحالة الراهنة للمداخل D_1 - D_4 ، للمخارج Q_1 - Q_4 ، وطالما أن جميع المجسات فى الوضع الطبيعى لها ، فإن جميع ريشها تكون مفتوحة ، وبالتالى تصبح حالة المداخل D_1 - D_4 عالية ، وتباعاً تصبح حالة جميع المخارج Q_1 - Q_4 عالية ، فتنطفىء جميع الثنائيات المشعة D_1 - D_4 ، وتصبح الدائرة مستعدة لاستقبال مشكلة جديدة .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٨ – ٣) يعرض دائرة إنذار صوتية تعمل عند انخفاض ضغط الهواء المضغوط فى شبكة نيوماتيكية عن الحد المسموح به ، ويستخدم فى ذلك مفتاح ضغط Pressure Switch، حيث تغلق ريشة مفتاح الضغط عند انخفاض الضغط فى الشبكة النيوماتيكية .



الشكل (٨ - ٣)

عناصر الدائرة :

R_1, R_3, R_5	مقاومات كربونية 1k Ω .
R_4	مقاومة كربونية 100 k Ω
R_6	مقاومة كربونية 6.6 k Ω .
C_1	مكثف كيميائى 100 µf وجهده 16V .
C_2 , C_4	مكثف سيراميك 0.01 µf .
C_3	مكثف كيميائى سعته 0.1 µf وجهده 16V .
C_5	مكثف سيراميك سعته 10 µf .
IC_1, IC_3	دوائر متكاملة لمؤقت NE 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لقلاب D طراز 74175 .
IC_4	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .
S_1	مفتاح ضغط بريشة مغلقة طبيعياً NC .
S_2 , S_3	ضواغط بريشة مفتوحة NO .
SPK	سماعة مقاومتها 8 Ω .

نظرية التشغيل :

عند انخفاض الضغط فى الشبكة النيوماتيكية يغلق مفتاح الضغط S_1 ريشته ، فيعمل المذبذب الأحادى الاستقرار المؤلف من IC_1 ، وتخرج من المخرج 3 نبضة عالية زمنها يساوى :

$$t = 1.1\, R_4\, C_1$$
$$= 1.1 \times 100 \times 1000 \times 100 \times 10^{-6}$$
$$= 11S$$

ويقوم العاكس IC_4 بعكس هذه النبضة وعند الحافة الصاعدة أى بعد تأخير زمنى 11S ، تصبح حالة مخرج القلاب D (الدائرة المتكاملة IC_2) عالية ، فيعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت IC_3 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{(R_5 + 2R_6)\, C_3} = 1000\ HZ$$

فتعمل السماعة على إصدار صفارة الإنذار ، ويمكن للمشغل إسكات هذا الصوت بالضغط على ضاغط التحرير S_3 فيحدث تحرير للقلاب D (الدائرة المتكاملة IC_2) ، وتصبح حالة مخرج القلاب Q منخفضة .

والجدير بالذكر أنه يمكن عمل اختبار لهذه الدائرة من مدة لأخرى ؛ للاطمئنان عليها، وذلك بالضغط على ضاغط الاختبار S_2 ، فتعمل السماعة SPK بعد 11S ، وعند الضغط على ضاغط التحرير S_3 تتوقف السماعة .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٨ - ٤) يبين دائرة إنذار لماكينة ديزل لأحد المولدات ، تعمل عند حدوث أول مشكلة لإيقاف الماكينة ، وذلك بقطع الوقود عن الماكينة .

عناصر الدائرة :

R_1, R_2, R_{10}, R_{12} مقاومات كربونية $1K\,\Omega$.

R_3, R_4, R_5, R_{11} مقاومات كربونية $10k\,\Omega$.

R_6, R_7, R_8	مقاومات كربونية 220 Ω .
R_9	مقاومة كربونية 470 Ω .
C_1 , C_3	مكثفات سيراميك 1.0 µf .
C_2	مكثف كيميائى سعته 10 µf وجهده 16V .
D_1 D_3	ثنائيات مشعة قياسية .
T_1 - T_4	ترانزستورات NPN طراز 2N 2219A .
T_5	ترانزستور NPN طراز 2 N 3904 .
IC_1	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .
IC_2	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 7408 .
IC_3	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .
IC_5 , IC_4	دوائر متكاملة تحتوى على قلابين J, K طراز 7476 .
S_1 , S_2	ضواغط بريشة مفتوحة NO .
SPK	سماعة 8 Ω .

نظرية التشغيل :

١ - عند انخفاض ضغط الزيت Low pressure للماكينة تصل إشارة عالية (1) للمدخل رقم (10) للبوابة B فيصبح خرج البوابة B منخفضاً، وبالتالى تصبح حالة المخرج $\overline{Q_2}$ للقلاب الخاص بانخفاض الضغط عالية، فيضئ الثنائى المشع D_2 والخاص بانخفاض الضغط، وفى نفس الوقت تصبح حالة خرج البوابة D منخفضة، وتباعاً فإن خرج البوابة E يصبح منخفضاً ، وبالتالى تصبح حالة المداخل 13 ,9 ,1 للبوابات A, B, C منخفضة ، مما يمنع دائرة الإنذار من استقبال مشكلة ثانية فى نفس الوقت ، وأيضاً يصبح خرج البوابة J عالياً، فيتحول الترانزستور T_5 لحالة الوصل ، ليعمل الريلاى RE ، فتتغير حالة ريشته القلاب، علماً بأن هذه الريشة توصل بحيث تتحكم فى وصول التيار الكهربى للصمام الكهربى لوقود الماكينة فينقطع وصول الوقود للماكينة وتتوقف .

وعند الحافة الهابطة للجهد الداخل على مدخل النبضات (Ck_4) لقلاب السماعةSPK تصبح حالة المخرج Q_4 عالية ، وبالتالى تنتقل نبضات الساعة المتولدة من المذبذب المؤلف من البوابات G, H, I بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{(R_5 + 2R_6)C_3} = 700 HZ$$

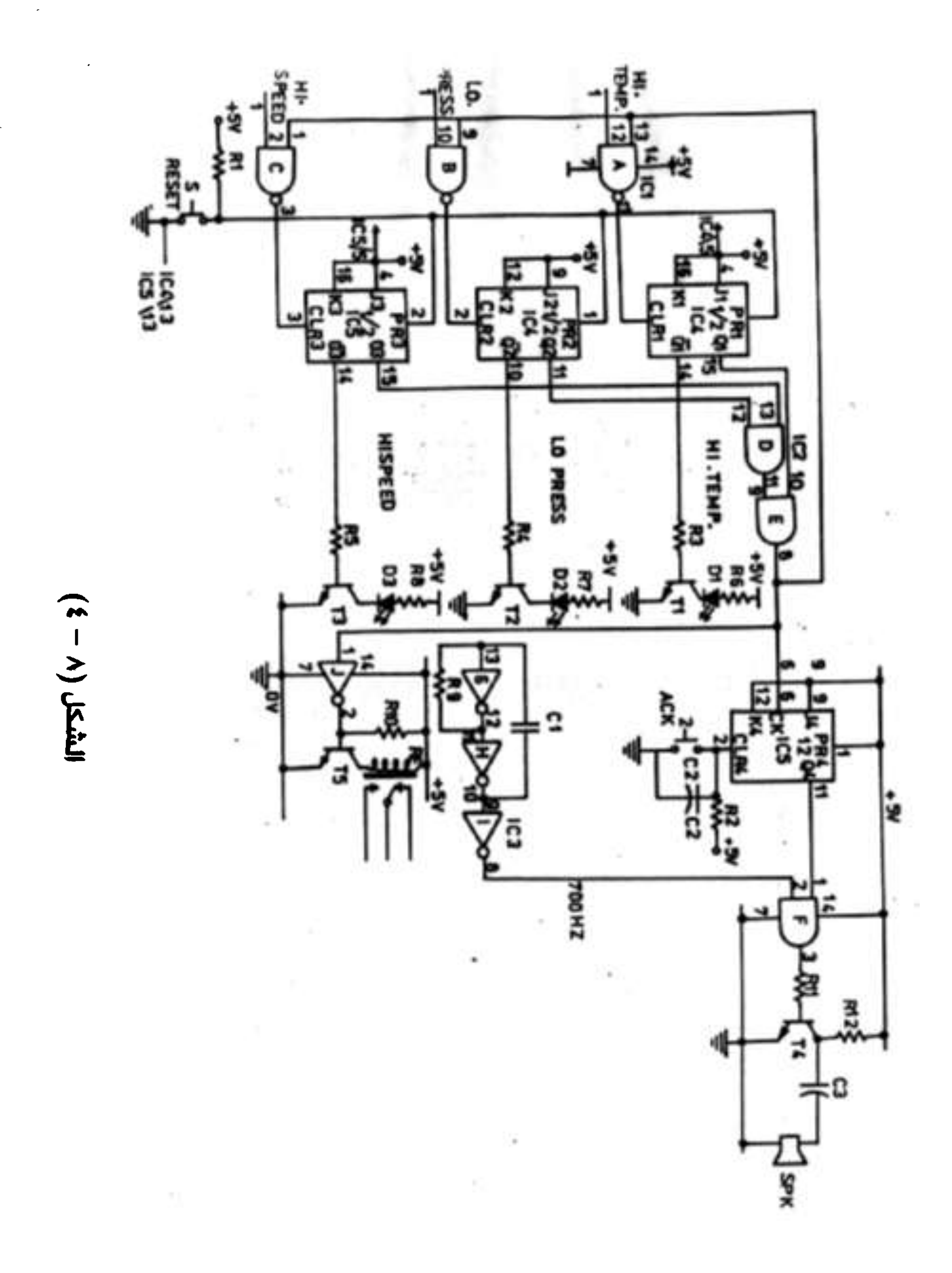
وعندئذ تطلق السماعة صفارة الأنذار .

٢ - عند الضغط على ضاغط المعرفة(ACK) "الضاغط S_2" تصبح حالة المدخل CLR_4 لقلاب السماعة منخفضة ، وبالتالى تصبح حالة المخرج Q_4 منخفضة ، وتباعاً يصبح خرج البوابة F منخفضاً، مما يؤدى إلى إسكات السماعة مع بقاء الثنائى D_2 مضيئاً .

٣ - عند الضغط على ضاغط التحرير (Reset) "الضاغط S_1" تصبح حالة مداخل الإمساك PR_1, PR_2, PR_3 لكل من قلاب زيادة السرعة Hi - Speed وقلاب انخفاض الضغط Low Pressure ، وقلاب ارتفاع درجة الحرارة Hi - Temperature منخفضاً، وبالتالى تصبح حالة المخارج المعكوسة $\overline{Q}_1, \overline{Q}_2, \overline{Q}_3$ لهذه القلابات منخفضة ، فينطفئ الثنائى المشع D_2 وفى هذه الحالة هناك احتمالان وهما :

١ - تكرار الإنذار الصوتى والضوئى إذا كانت المشكلة مازالت موجودة .

٢ - العودة للحالة الطبيعية .


HI. TEMP.
LO. PRESS
HI-SPEED
RESET
HI. TEMP.
LO PRESS
HISPEED
ACK
700HZ
SPK
+5V
0V

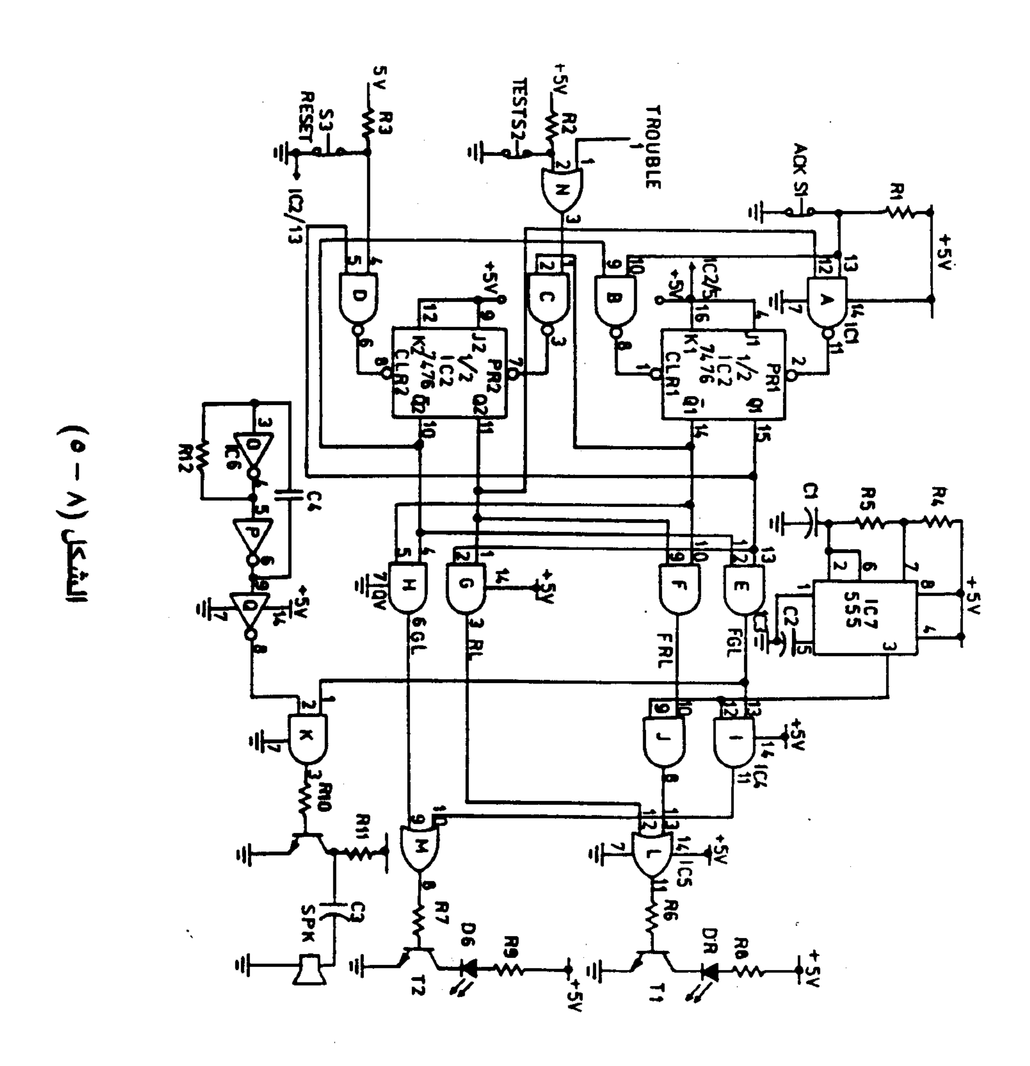
الشكل (٨ - ٤)

دائرة رقم 5 :

الشكل (٨ – ٥) يعرض دائرة إنذار صوتية ضوئية لها خمس حالات للتشغيل لأحد العمليات الصناعية .

عناصر الدائرة :

R_1, R_4, R_{11}	مقاومات كربونية 1k Ω .
R_5	مقاومات كربونية 22k Ω .
R_6, R_7, R_{10}	مقاومات كربونية 10k Ω .
R_8, R_9	مقاومات كربونية 220 Ω .
R_{12}	مقاومات كربونية 470 Ω .
C_1 C_3	مكثف كيميائي سعته 10µf وجهده 16V .
C_2	مكثف سيراميك 0.01 µf .
C_4	مكثف سيراميك 1 µf .
T_1 - T_4	ترانزستورات NPN طراز 2N 2219 A .
D_R, D_G	ثنائيات مشعة قياسية .
IC_1	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .
IC_2	دائرة متكاملة تحتوى على قلابين JK طراز 7476 .
IC_3, IC_4	دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 7408 .
IC_5	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات OR طراز 7432 .
IC_6	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .
IC_7	مؤقت NE 555 .
SPK	سماعة 8 Ω .
S_1 - S_3	ضواغط بريشة مغلقة NC .


TROUBLE
ACK S1
TEST S2
RESET
S3
IC2/13
IC2/5
1/2
IC2
7476
PR1
CLR1
PR2
CLR2
IC7
555
IC1
IC4
IC5
IC6
FGL
FRL
RL
GL
SPK
T1
T2
+5V

الشكل (٨ – ٥)

نظرية التشغيل :

يوجد خمس حالات لهذه الدائرة وهى كما يلى :

١ - حالة التشغيل العادى وفيها يضئ الثنائى المشع الأخضر D_G .

٢ - أثناء وجود مشكلة يضئ الثنائى المشع الأحمر D_R بضوء متقطع وتنطلق صفارة الإنذار من السماعة .

٣ - عند الضغط على ضاغط المعرفة ACK تتوقف السماعة عن إصدار صفارة الإنذار ، فى حين يتحول الضوء المتقطع للثنائى المشع الأحمر D_R لضوء ثابت .

٤ - عند الضغط على ضاغط التحرير Reset ينطفئ الثنائى المشع الأحمر D_R فى حين يضئ الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء متقطع .

٥ - عند الضغط على ضاغط المعرفة ACK يتحول الضوء المتقطع للثنائى المشع الأخضر D_G لضوء ثابت .

وفيما يلى شرح هذه الحالات الخمس بالتفصيل :

١ - فى الحالة الطبيعية تكون حالة خرج المخرجين $\overline{Q}_1$, $\overline{Q}_2$ للقلابين عالية ، وبالتالى يكون خرج البوابة H عالياً ، وتباعاً يكون خرج البوابة M عالياً ، فيضئ الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء ثابت .

٢ - عند وصول إشارة عالية للمشكلة Trouble يكون خرج البوابة N عالياً ، وتباعاً يكون خرج البوابة C منخفضاً ، فتصل إشارة منخفضة للمدخل PR_2 ، وبالتالى يحدث إمساك للقلاب السفلى، وتصبح حالة المخرج Q_2 عالية، وبالتالى تصبح حالة خرج البوابة F عالية ، ومن ثم تمر نبضات الساعة المتولدة من المذبذب المؤلف من المؤقت 555 عبر البوابة J ، علماً بان تردد هذه النبضات يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1\,(R_4 + 2\,R_5)} = 4\ HZ$$

وتقوم البوابة L بإمرار هذه النبضات ليضئ الثنائى المشع الأحمر D_R بضوء متقطع ، وفى نفس الوقت تمر النبضات المتولدة من المذبذب المؤلف من البوابات O, P, Q

بتردد يساوى :

$$F_2 = \frac{1}{3 R_{12} C_4} = 700 \text{ HZ}$$

وذلك عبر البوابة K ، فتصل هذه النبضات إلى السماعة SPK عبر الترانزستور T_3 وتنطلق صفارة الإنذار الصوتى .

٣ – عند الضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S_1" يصبح خرج البوابة A منخفضاً، وبالتالى تصبح حالة المدخل PR_1 للقلاب العلوى منخفضة ، فيحدث إمساك لهذا القلاب وتصبح حالة خرج البوابة G عالية ، ومن ثم يصبح خرج البوابة Lعالياً وثابتاً ، فيضئ الثنائى المشع الأحمر D_R بضوء ثابت فى حين يصبح خرج البوابة K منخفضاً، فتتوقف السماعة عن إصدار صفارة الإنذار الصوتى .

٤ – عند قيام فريق الصيانة بإزالة المشكلة تصبح حالة الإشارة التى تصل لمدخل المشكلة Trouble منخفضة ، وعند الضغط على ضاغط التحرير S_3 يصبح خرج البوابة D منخفضاً ، فتصبح حالة مدخل التحرير(CLR_2) للقلاب السفلى منخفضة ، فيتحرر هذا القلاب ، وبالتالى يصبح خرج البوابة E عالياً، وتباعاً يكون خرج البوابة I عبارة عن نبضات ترددها 4 HZ، ومن ثم تقوم البوابة M بإمرار هذه النبضات فيضئ الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء متقطع.

٥– عند قيام المشغل بالضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S_1،مرة أخرى بعد التأكد من ازالة المشكلة ، يصبح خرج البوابة B منخفضا ، ومن ثم تصبح حالة مدخل التحرير (CLR_1) للقلاب العلوى منخفضة ، فيحدث تحرير للقلاب العلوى فيصبح خرج البوابةH عاليا، وبالتالى يكون خرج البوابة M عالياً ، ويضئ الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء أخضر ثابت ، وتعود الدائرة للحالة الطبيعية .

الباب التاسع

دوائر الأضواء المتحركة

دوائر الأضواء المتحركة

٩/ ١ - مقدمة :

يعرض هذا الباب موضوعاً جذاباً ألا وهو : دوائر الأضواء المتحركة والمستخدمة فى لوحات الإعلانات .

وبعض هذه الدوائر يستخدم ثنائيات مشعة، والبعض الآخر يستخدم لمبات قدرة ، وبالطبع بعد دراستك لهذا الباب ، سيكون بمقدورك تحويل الدوائر التى لها خرج ثنائيات مشعة إلى دوائر لها خرج لمبات قدرة والعكس .

وتختلف هذه الدوائر من حيث عدد المخارج وعدد الأشكال الضوئية المتاحة .

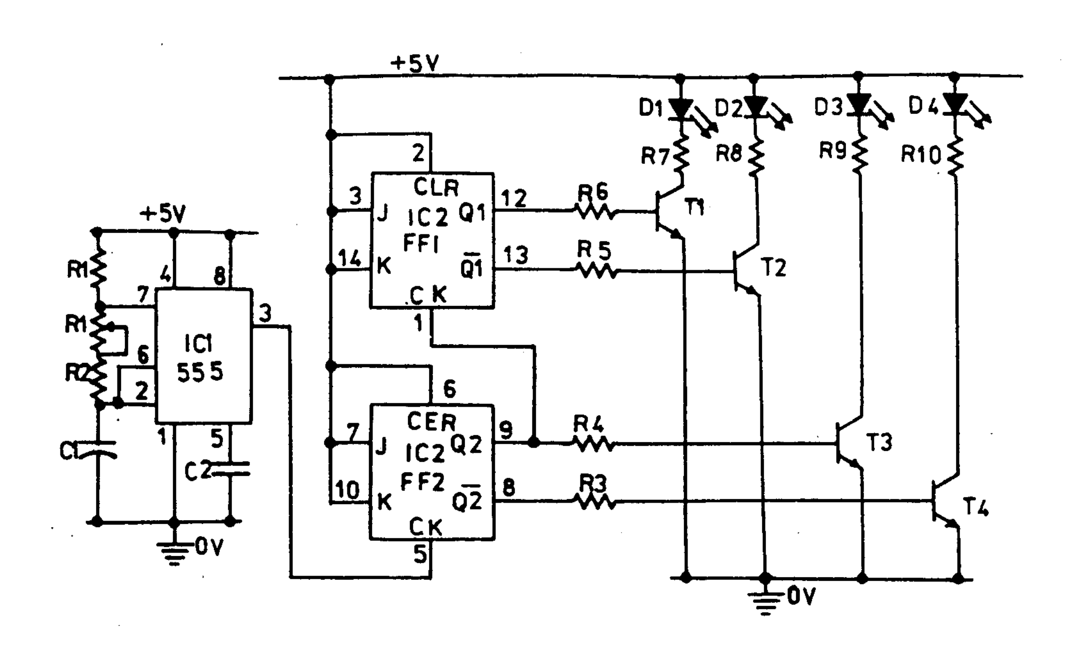
مثال ذلك : ضوء متحرك جهة اليمين، وضوء متحرك جهة اليسار ، وضوء رعاش، واشتعال متدرج للمبات ، وإطفاء متدرج للمبات ، وإشعال كامل للمبات ، وإطفاء كامل للمبات ... إلخ .

والجدير بالذكر أنه استخدمت الطريقة التجارية فى تشغيل لمبات القدرة من خرج الدوائر الرقمية ، وذلك بربط دائرة التحكم ، والتى تعمل بجهد 5V + أو 12V + مباشرة مع دائرة القدرة ، والتى تعمل عند 220V من خلال الترياكات ، وهذا بالفعل يحتاج لمزيد من الحذر أثناء التعامل مع هذه الدوائر لوجود جهد عالٍ بالدائرة ، وتمتاز هذه الطريقة بأنها غير مكلفة، ويمكن استخدامها فى عمل دوائر الأضواء المتحركة التجارية الموجودة فى الأسواق لقلة تكلفتها، ولكن يعاب عليها إمكانية تلف الدائرة باكملها عند حدوث أى مشكلة فى دائرة القدرة ، كتلف الترياكات مثلاً .

٩/ ٢ - دوائر الأضواء المتحركة العملية :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (٩ - ١) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات بخرج على 4 ثنائيات مشعة .



الشكل (٩ – ١)

عناصر الدائرة :

R_1 , R_2	مقاومة كربونية 2.2 k Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 50 k Ω .
R_3 - R_6	مقاومة كربونية 4.7 k Ω .
R_7 - R_{10}	مقاومة كربونية 220 Ω .
C_1	مكثف كيميائى سعته 10µf ويعمل عند جهد 16V .
C_2	مكثف سيراميك 0.01µf .
D_1 - D_4	أربعة ثنائيات مشعه قياسية .
IC_1	مؤقت NE 555 .
IC_2	دائرة متكاملة تحتوى على قلابين J, k طراز 7473 .
T_1 - T_4	ترانزستورات NPN طراز BC 107 .

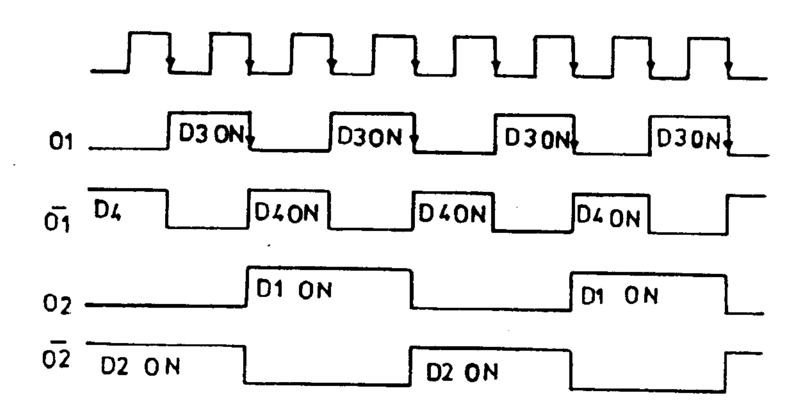
نظرية التشغيل :

عند توصيل الدائرة بمنبع الجهد المستمر 5V + تخرج ذبذبات من المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 ترددها يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 R_1 + 2(R_2 + P_1)} = 1.35 : 22HZ$$

ويقوم القلاب FF_2 بتنصيف تردد الذبذبات الخارجة من المذبذب اللامستقر ، فى حين يقوم القلاب FF_1 بتقسيم تردد الذبذبات الخارجة من المذبذب اللامستقر على 4 ، وبذلك نحصل على عداد ثنائى بمخرجين ومعكوسها .

والشكل (٩ - ٢) يبين شكل النبضات الخارجة من مخارج القلابات FF_1, FF_2 والمقابلة لنبضات الساعة .

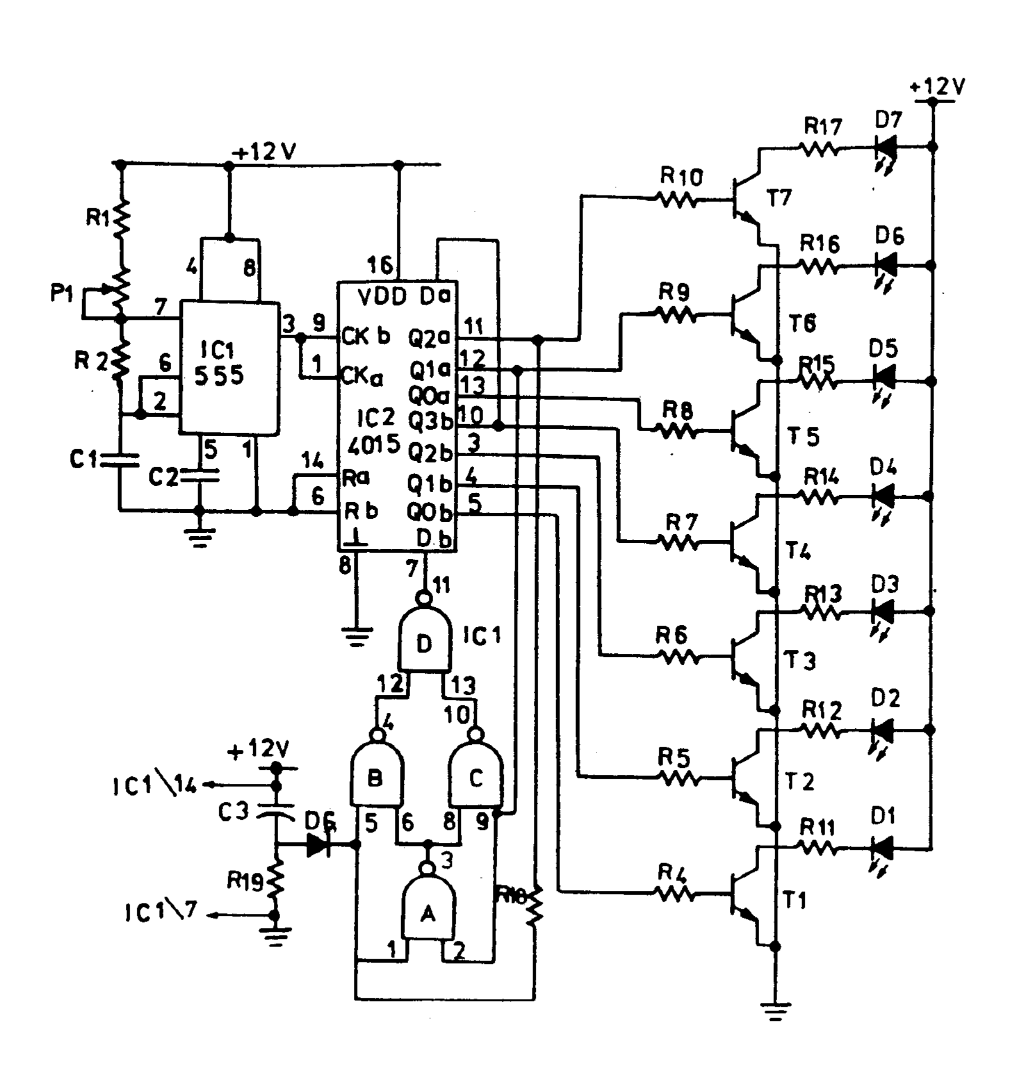


الشكل (٩ - ٢)

والجدير بالذكر أن الثنائى المشع D_1 يضئ عندما تكون حالة المخرج Q_1 للقلاب FF_1 عالية، والثنائى المشع D_2 يضئ عندما تكون حالة المخرج $\overline{Q}_1$ للقلاب FF_1 عالية ، والثنائى D_3 يضئ عندما تكون حالة المخرج Q_2 للقلاب FF_2 عالية ، والثنائى D_2 يضئ عندما تكون حالة المخرج $\overline{Q}_2$ للقلاب FF_2 منخفضة .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٩ – ٣) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات بخرج على سبعة ثنائيات مشعة.



الشكل (٩ – ٣)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 10k Ω .

R_2 مقاومة كربونية 82k Ω .

R_3 مقاومة كربونية 3.9k Ω .

R_4 - R_{10} مقاومات كربونية 33k Ω .

R_{11} - R_{17} مقاومات كربونية 1k Ω .

R_{18} مقاومة كربونية 10k Ω .

R_{19} مقاومة كربونية 10k Ω .

P_1 مقاومة متغيرة 1 M Ω .

C_1 مكثف كيميائى 1µf وجهده 16V .

C_2 مكثف كيميائى 10 nf وجهده 16V .

C_3 مكثف كيميائى 10 µf وجهده 16V .

D_1 - D_7 سبعة ثنائيات مشعة قياسية.

D_8 ثنائى سليكونى طراز 1N4148 .

T_1 - T_7 ترانزستورات NPN طراز Bc 109 أو Bc 108 أو Bc107 .

IC_1 مؤقت 555 .

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على مسجلى إزاحة طراز CD 4015 .

IC_3 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز CD 4011 .

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة تكون حالة خرج بوابة XOR المؤلفة من البوابات A, B, C, D عالية ، وذلك نتيجة لوجود العناصر التالية D_8 , C_3 , R_{19} , R_{18} حيث يشحن المكثف C_3 ، وبالتالى تكون حالة المدخل 5 للبوابة B عالية ، فى حين أن حالة المدخل 9 للبوابة C يكون منخفضاً

وتدخل الإشارة العالية (1) لمدخل بيانات المسجل b (الرجل 7) ، وعند وصول أول نبضة من المؤقت 555 تصبح حالة المخرج Q_{ob} (الرجل 5) عالية فيضىء الثنائى المشع D_1 ، وعند وصول النبضة الثانية من المؤقت 555 يحدث إزاحة للبيانات فتنتقل إلى المخرج Q_{1b} (الرجل 4) ، ويضىء الثنائى المشع D_2 ، وهكذا حتى تصبح حالة المخرج Q_{3b} (الرجل 10) عالية، فيضئ الثنائى المشع D_4 ، وفى نفس الوقت تصل إشارة عالية (1) لمدخل البيانات المسجل a (الرجل 15) ، وعند وصول النبضة التالية تنتقل هذه النبضة للمخرج Q_{oa} (الرجل 13) ، ويضيئ D_5 ويحدث إزاحة كلما وصلت نبضة من المؤقت 555 ، حتى تصبح حالة المخرج Q_{2a} (الرجل 11) عالية، فى هذه الحالة يضئ الثنائى D_7 ، وتنتقل إشارة عالية (1) بواسطة بوابة XOR ذات المدخلين المؤلفة من البوابات A - D إلى مدخل بيانات المسجل b (الرجل 7) وتتكرر دورة التشغيل من جديد ويمكن تغيير سرعة دوران الضوء بالتحكم فى المقاومة P_1 .

والجدول (٩ – ١) يبين دورة تشغيل واحدة لهذه اللوحة .

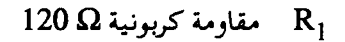
الجدول (٩ – ١)

رقم النبضة	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7
1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0
7	0	0	0	0	0	0	1
8	1	0	0	0	0	0	0

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٩ – ٤) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات بخرج على عشرة ثنائيات مشعة تعطى شكلين ضوئيين: ضوء متحرك ، وإعتمام .

عناصر الدائرة :



R_1 مقاومة كربونية 120 Ω

R_2 مقاومة كربونية 1kΩ

R_3 مقاومة كربونية 330 Ω

C_1 مكثف كيميائي سعته 4.7µf وجهده 10V .

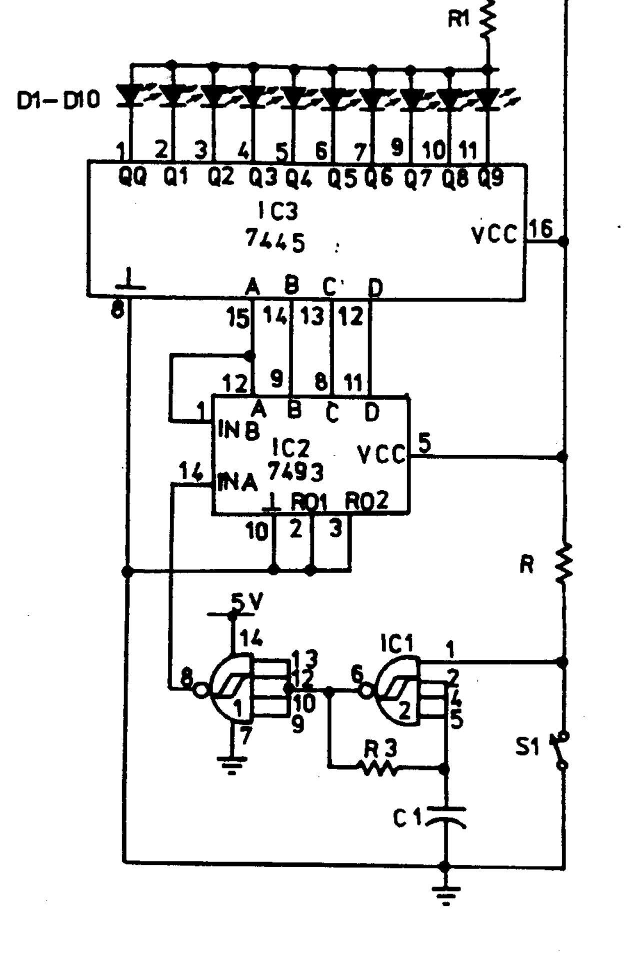
IC_1 دائرة متكاملة بأربع بوابات Schmitt NAND طراز 7413 .

IC_2 دائرة متكاملة لعداد ثنائي طراز 7493 .

IC_3 دائرة متكاملة لمفسر شفرة Decoder من 4 خطوط لعشرة،طراز 7445.

D_1 -D_{10} ثنائيات مشعة قياسية .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة



الشكل (٩ – ٤)

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 فإن المذبذب المؤلف من البوابة 2 والمقاومة R_3 والمكثف C_1 سوف يعمل على توليد نبضات مربعة ترددها :

$$F = \frac{0.9}{R_3 C_1} = 580 \text{ HZ}$$

وتقوم البوابة 1 بإعادة تشكيل النبضات المربعة المتولدة من المذبذب ، وذلك نتيجة للتشوه الناتج من انخفاض جهد خرج البوابة 2 بفعل المقاومة R_3 الموصلة مباشرة بالخرج ، ويقوم العداد الثنائى 7493 والذى يتكون داخلياً من عداد ثنائى بمخرج واحد A ، وعداد ثنائى بثلاثة مخارج B ، ويعمل كعداد ثنائى بأربعة مداخل ، وذلك بتوصيل مخرج العداد الثنائى A (المخرج A) بمدخل نبضات الساعة للعداد B (IN_B) ، وعند وصول نبضات الساعة للمدخل IN_A فإن العداد يعمل عند الحافة الهابطة ، ويبدأ العد من 0 والذى يقابل :

A = L , B = L , C = L , D = L

وصولاً للعدد 15 والذى يقابل :

A = H , B = H , C = H , D = H

حيث إن :

(عال) H ، (منخفض) L

ويقوم مفسر الشفرة IC_3 بتحويل خرج العداد الثنائى لمكافئه العشرى .

فمثلاً :

إذا كان العداد الثنائى يكافىء 5 عشرى أى يساوى :

A = H B = L C = H D = L

فإن خرج مفسر الشفرة يكافئ 5 وبالتالى تصبح حالة المخرج Q_5 منخفضة ، وحالة باقى مخارج مفسر الشفرة عالية (حيث إن مخارج مفسر الشفرة IC_3 معكوسة) .

وبالتالى يضئ الثنائى المشع D_5 ، وبهذه الطريقة يمكن الحصول على ضوء متحرك ينقطع لمدة 6 نبضات كل دورة .

والجدول (٩ – ٢) يبين دورة تشغيل واحدة لهذه اللوحة .

الجدول (٩ – ٢)

رقم النبضة	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٩ – ٥) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات بخرج على 16 ثنائيا مشعاً، وتعطى شكلين ضوئيين : **الأول** :ضوء متحرك جهة اليمين ، **والثاني** :ضوء متحرك جهة اليسار .

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة متغيرة 100 k Ω .

R_2 مقاومة كربونية 1k Ω .

R_3 مقاومة كربونية 220 Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 0.47 µf وجهده 10V .

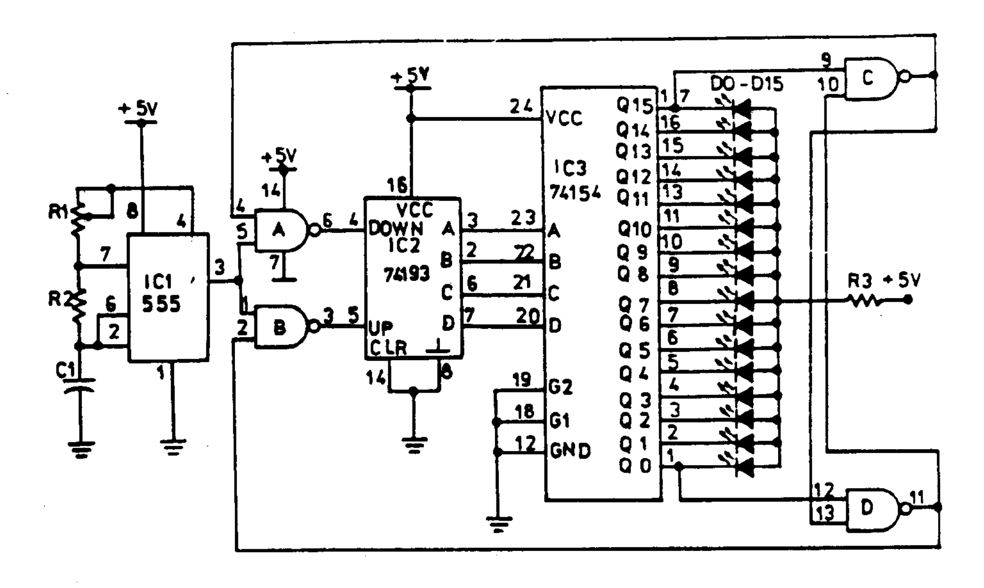
D_0 - D_{15} ثنائيات مشعة قياسى.

IC_1 مؤقت NE 555 .

IC_2 دائرة متكاملة لعداد ثنائى طراز 74193 .

IC_3 دائرة متكاملة لموزع (DEMUX) من 4 إلى 16 خطاً طراز 74154 .

IC_4 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .



الشكل (٩ - ٥)

نظرية التشغيل :

عادة فإن حالة مخارج الموزع 74154 تكون عالية عدا واحدة تكون منخفضة، فإذا كانت حالة المخرج Q_0 منخفضة ، فإن الثنائى D_0 يضىء ، وبالتالى فإن حالة الرجل 13 للبوابة D

تكون منخفضة ، فيصبح خرج البوابة D عالياً ، وبالتالى تصبح حالة مداخل البوابة C عالية ، وتباعاً تكون حالة خرج البوابة C منخفضاً .

وحيث إن حالة المدخل 4 للبوابة A منخفضة ، فى حين أن حالة المدخل 2 للبوابة B عالية، لذلك فإن النبضات القادمة من المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 بتردد يساوى:

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)\ C_1} = 30 : 1532\ HZ$$

يمر معكوسها عبر البوابة B للمدخل التصاعدى UP للعداد IC_2 ، فى حين يصبح حالة خرج البوابة A عالياً ، وبالتالى تصبح حالة المدخل التنازلى Down للعداد IC_2 عالية ، ويعمل العداد فى هذه الحالة كعداد تصاعدى ، وتضىء الثنائيات D_0 - D_{15} بالتتابع تصاعدياً مع بقاء حالة مداخل و مخارج البوابتين A, B كما هى.

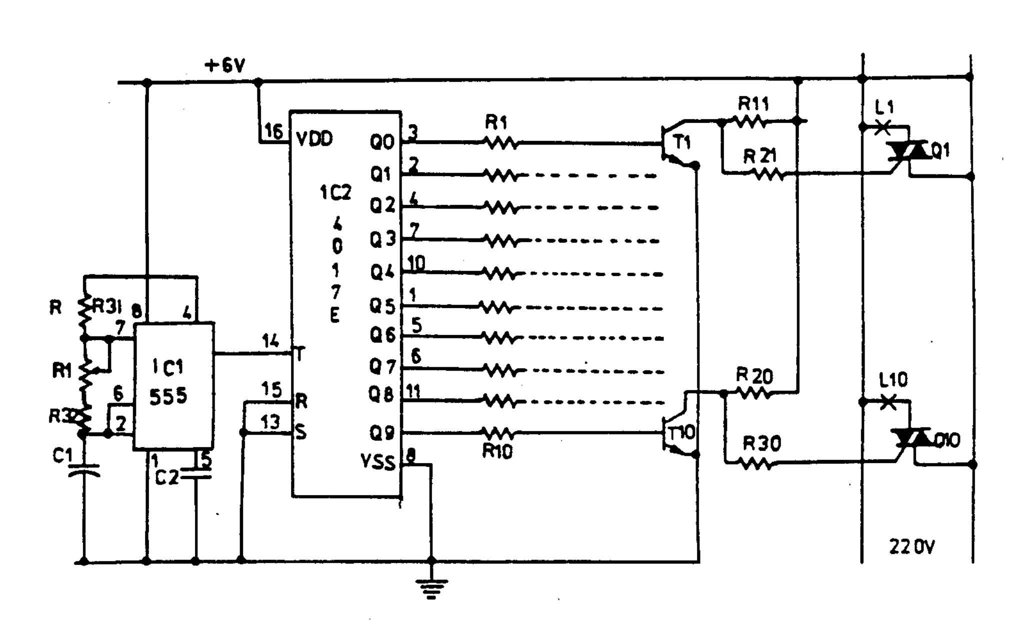
وبمجرد إضاءة الثنائى D_{15} فإن هذا يعنى أن حالة المخرج Q_{15} للموزع IC_3 تكون منخفضة، وبالتالى يصبح خرج البوابة C عالياً ، وتباعاً يصبح حالة مدخلى البوابة D عالية ، وتباعاً يكون خرج البوابة D منخفضاً ، ونتيجة لذلك يتغير مسار النبضات المتولدة من المذبذب اللامستقر فيمر معكوسها عبر البوابة A بدلاً من البوابة B وصولاً للمدخل التنازلى Down للعداد IC_2 ، وبالتالى تضىء الثنائيات D_0 - D_{15} بالتتابع تنازلياً ، وبمجرد إضاءة الثنائى D_0 يعمل العداد تصاعدياً ، وهكذا .

وبذلك تضىء الثنائيات تصاعدياً مرة وتنازلياً مرة أخرى ، علماً بأن عدد الثنائيات المضيئة فى أى لحظة واحد فقط ، لذلك استخدمت مقاومة واحدة لتحديد التيار المار فى الثنائيات R_3.

فإذا كانت الثنائيات مرتبة على شكل مسار مغلق يبدو للمشاهد أن الضوء يتحرك فى اتجاه عقارب الساعة مرة ، وعكس اتجاه عقارب الساعة مرة أخرى بطريقة دورية .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٩ – ٦) يعرض دائرة تحكم رقمية للوحة إعلانات بخرج على عشر لمبات قدرة تعطى ضوءاً متحركاً واحداً .



الشكل (٩ – ٦)

عناصر الدائرة :

R_1 - R_{10}	مقاومات كربونية 560Ω .
R_{11} - R_{20}	مقاومات كربونية 2.2 k Ω .
R_{21} - R_{30}	مقاومات كربونية 190Ω .
R_{31} , R_{32}	مقاومات كربونية 2.2 k Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 50 k Ω .
C_1	مكثف كيميائى سعته 10µf وجهده 10 V .
C_2	مكثف قرصى سعته 0.01µf .
T_1 - T_{10}	ترانزستورات NPN طراز BC 337 أو مكافئه .
Q_1 - Q_{10}	ترياكات 8 أمبير ، 600 ڤولت طراز TIC 225 M .
IC_1	مؤقت NE 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد عشرى طراز CD 4017 E .

نظرية التشغيل :

يقوم المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 بتوليد نبضات مربعة ترددها :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_{31} + 2 (R_{32} + P_1)]} = (1.35 : 22 \text{ HZ})$$

وتصل هذه النبضات المربعة لمدخل النبضات (T) للعداد العشرى 4017 ، والجدول (٩ – ٣) يبين خرج العداد عند وصول النبضات لمدخل النبضات (T) .

رقم النبضة	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

الجدول (٩ – ٣)

فإذا كانت هذه اللمبات مرتبة على الإطار الخارجى للوحة إعلانات يبدو للمشاهد أن الضوء يتحرك .

والجدير بالذكر أن الترانزستورات T_1 - T_{10} تعمل على رفع مستوى التيار الخارج من العداد ، وتقوم بقيادة الترياكات Q_1 - Q_{10} والتى تقوم بوصل وفصل لمبات الإضاءة . علماً بأنه يمكن استخدام عشر مجاميع من اللمبات، بحيث إن قدرة كل مجموعة أقل من أو تساوى (8 x 220 = 1760 W) ، كما أنه يجب تثبيت كل ترياك على قطعة من الألومنيوم ، أبعادها (50 x 50 x 2 mm) .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٩ – ٧) يعرض دائرة التحكم الرقمية للوحة إعلانات بثمانية مخارج مزودة بإمكانية لتغيير النموذج الضوئى المعروض عليها .

عناصر الدائرة :

R_1 , R_2 مقاومات كربونية 2.2 k Ω .

R_3 **مقاومة كربونية 680 Ω .**

$R_4 - R_{11}$ مقاومات كربونية 120 Ω .

P_1 مقاومة متغيرة 50 k Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 10µf وجهده 16V .

C_2 مكثف قرصى سعته 0.01µf .

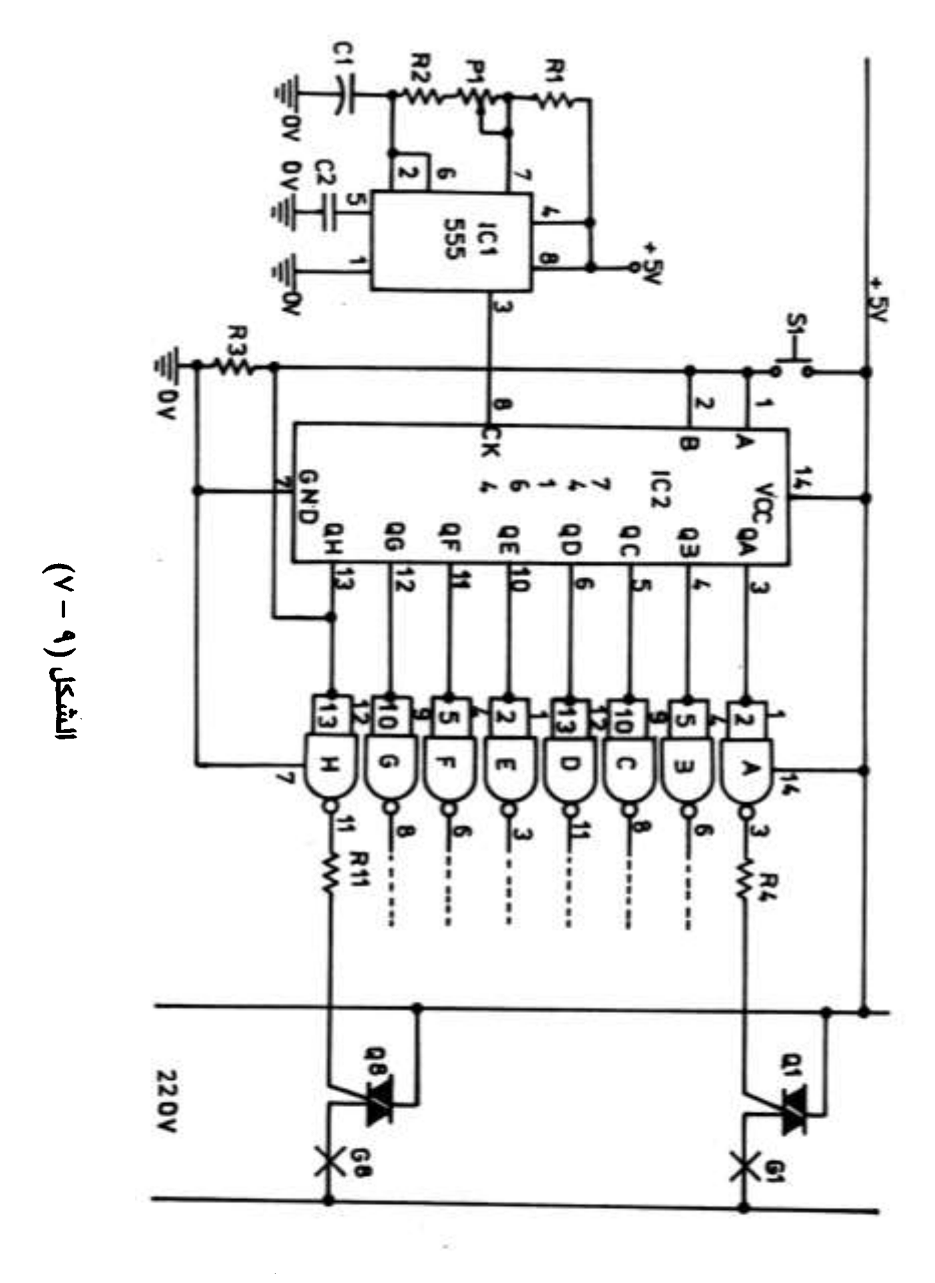
$Q_1 - Q_8$ ترياكات تعمل عند جهد 220V وتياره 8A طراز TIC 225 M .

IC_1 مؤقت NE 555 .

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على مسجل إزاحة طراز 74164 .

IC_3 , IC_4 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7426 .

S_1 ضاغط بريشة مفتوحة NO .


+5V
S1
R1
P1
R2
C1
C2
0V
IC1
555
R3
IC2
VCC
GND
CK
A
B
QA
QB
QC
QD
QE
QF
QG
QH
R4
R11
Q1
Q8
G1
G8
220V

الشكل (٩ - ٧)

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى يعمل المذبذب اللامستقر (المؤلف من المؤقت 555) بتردد (1.35 : 22 HZ) ، وتدخل هذه النبضات لمدخل النبضات (CK) لمسجل الازاحة IC_2 وهو مسجل إزاحة بدخل متوال ، وخرج متواز ويحتوى على مدخلى توال للمعلومات A, B ويمكن تسجيل المعلومات فى المسجل بالضغط على الضاغط S_1 علماً بأنه يمكن إضاءة ثمانى مجموعات من اللمبات ، كل مجموعة من اللمبات توصل مع مصدر جهد 220V من خلال ترياك TIC 225 M ، وأقصى تيار لكل مجموعة يساوى : 8 A .

والجدير بالذكر أن شكل الضوء الذى نحصل عليه هو ضوء متحرك بحيث إن عدد المجموعات المضيئة فى أى لحظة يعتمد على عدد مرات ضغط الضاغط S_1 ، فإذا ضغط الضاغط S_1 مرة واحدة يكون عدد المجموعات المضيئة فى كل لحظة مجموعة واحدة وهكذا ، وتظل المعلومات المسجلة تعيد نفسها ؛ لأن المخرج الأخير Q_H يتصل بمداخل بيانات التوالى . A, B ولا يمكننا مسح المعلومات المسجلة إلا بعد قطع التيار الكهربى عن الدائرة ، وتقوم الدوائر المتكاملة IC_3 , IC_4 والتى تحتوى كل منها على 4 بوابات NAND تستخدم كعواكس تعمل على قيادة الترياكات Q_1 - Q_8 . ويمكن التحكم فى سرعة الضوء المتحرك بالتحكم فى قيمة المقاومة المتغيرة P_1 .

الدائرة رقم 7 :

الشكل (٩ – ٨) يعرض دائرة رقمية للوحة إعلانات لها نموذجان للإضاءة :

الأول : إضاءة تدريجية . **والثاني** : انطفاء تدريجى .

عناصر الدائرة :

R_1 , R_2 مقاومات كربونية 2.2 K Ω

R_3 - R_7 مقاومات كربونية 360 Ω .

P_1 مقاومة متغيرة 55 K Ω .

C_1 مكثف كيميائى 10μf وجهده 10V .

C_2	مكثف قرصى ، (Disc) سعته 0.01µf .
T_1 - T_6	ترياك 6A وجهده 600V طراز TIC 216 M .
IC_1	مؤقت NE 555 .
IC_2 - IC_4	دوائر متكاملة تحتوى على قلابين D طراز SN 7474 .

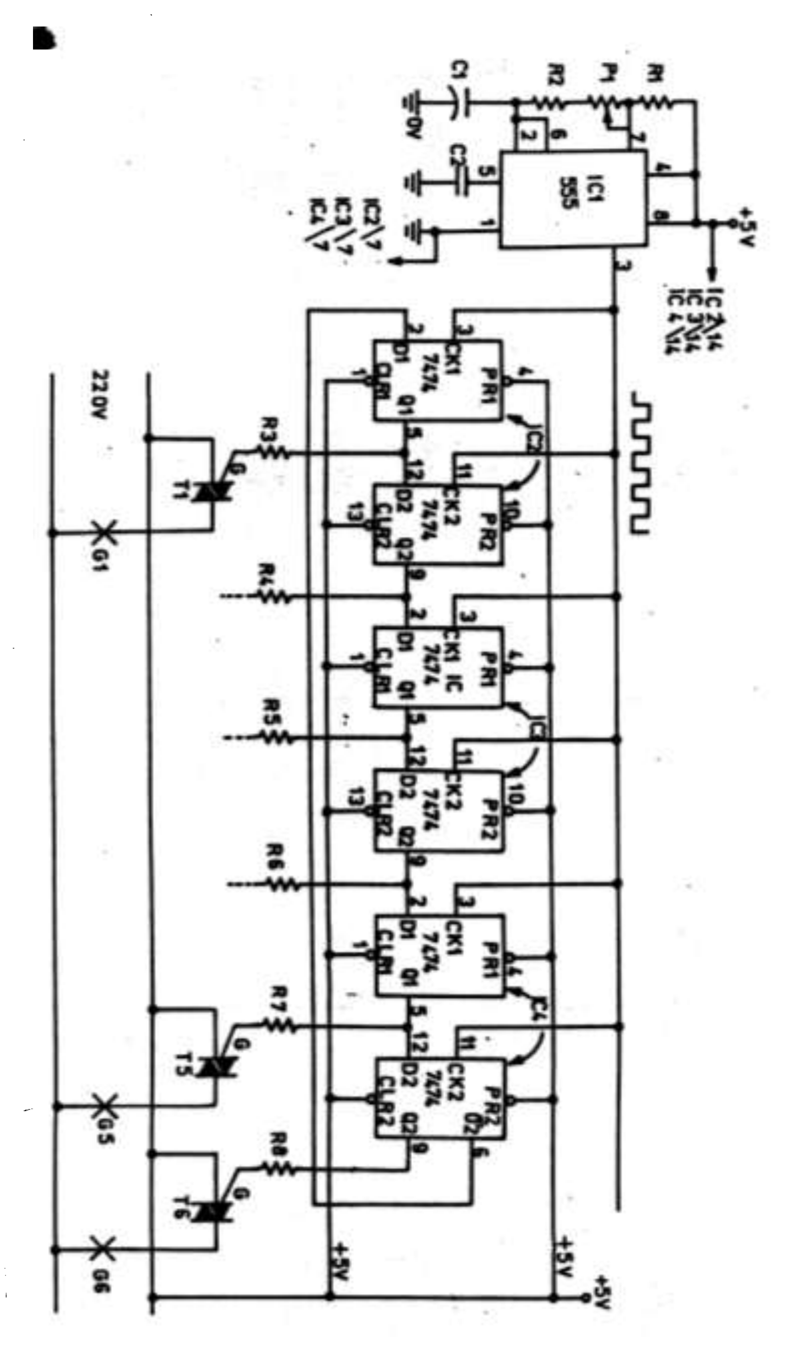
نظرية التشغيل :

كما هو واضح من مخطط الدائرة أن المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 يولد موجات مربعة ترددها يتراوح ما بين (1.35 : 22 HZ) ، وتوصل قلابات D الستة لتعمل كمسجل إزاحة له دخل توال وخرج تواز .

والجدول (٩ – ٤) يبين دورة تشغيل واحدة لهذه اللوحة علماً بأن هذه الدورة تتكرر طوال فترة التشغيل .

الجدول (٩ – ٤)

رقم النبضة	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6
1	1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	1	0	0
5	1	1	1	1	1	0
6	1	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1
8	0	0	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1
10	0	0	0	0	1	1
11	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0



الشكل (٩ - ٨)

ففى البداية يكون حالة مدخل بيانات القلاب الأيسر عالية ؛ لأن حالة المخرج المعكوس للقلاب الأيمن تكون عالية ، وعند وصول النبضة الأولى تنتقل حالة البيانات إلى مخرج القلاب الأيسر ، وعند وصول النبضة الثانية تنتقل حالة مخرج القلاب الأيسر (مدخل بيانات القلاب الثانى) لمخرجه وهكذا ، وعند النبضة السادسة تصبح حالة مخرج القلاب الأيمن عالية، وبالتالى تكون حالة معكوس خرج القلاب الأيمن منخفضة ، والتى تنتقل لمدخل بيانات القلاب الأيسر وعند النبضة السابعة يصبح خرج القلاب الأيسر منخفضاً وهكذا .

الدائرة رقم 8 :

الشكل (٩ – ٩) يعرض الدائرة الالكترونية للوحة إعلانات تحتوى على أربع مجاميع من اللمبات ، وتعطى أربعة نماذج ضوئية (اشتعال متدرج – إطفاء كامل – اشتعال كامل – إطفاء كامل) .

عناصر الدائرة :

R_1 - R_4 مقاومات كربونية 560 Ω .

R_5 - R_8 مقاومات كربونية 2.2 k Ω .

R_9 - R_{12} مقاومات كربونية 190 Ω .

R_{13} - R_{14} مقاومات كربونية 2.2 k Ω .

P_1 مقاومة متغيرة 50 k Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 10 μf وجهده 16 V .

C_2 مكثف قرصى (Disc) سعته 0.01 .

T_1 - T_4 ترانزستور NPN طراز BC 337 أو مكافئة .

Q_1 - Q_4ترياك 600 V , 8 A طراز TIC 225 M .

IC_1 دائرة متكاملة لمؤقت NE 555 .

IC_2 دائرة متكاملة لمسجل إزاحة طراز 74164.

IC_3 , IC_4 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات XOR طراز 7486 .

نظرية التشغيل :

يقوم المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 بتوليد نبضات مربعة ترددها :

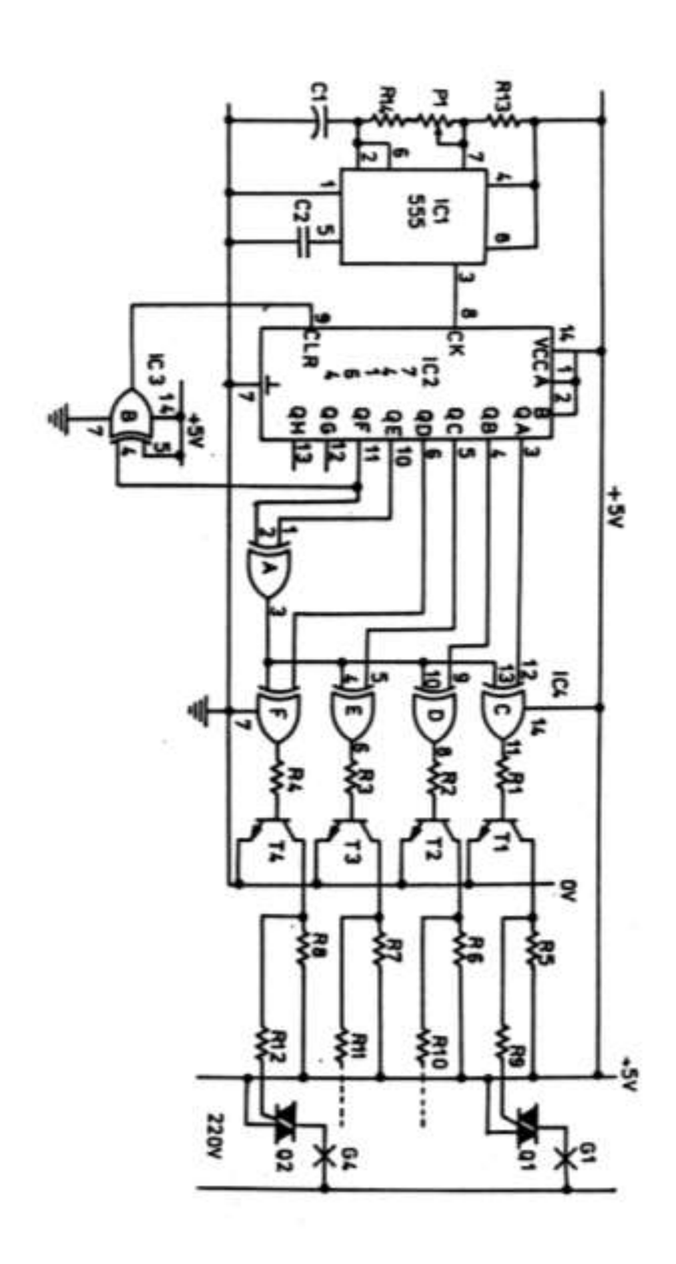
$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_{13} + 2 (R_{14} + P_1)]}$$

وتصل هذه النبضات المربعة لمدخل النبضات CK لمسجل الإزاحة 74164 وحتى تنتقل الحالة العالية (حالة مداخل البيانات A , B) لمخارج المسجل يجب أن تكون حالة مدخل التحرير CLR مرتفعة ، ففى البداية تكون حالة جميع مخارج مسجل الإزاحة منخفضة ، وبالتالى يصبح خرج البوابة B عالياً، وعند وصول أول نبضة لمدخل نبضات مسجل الإزاحة تصبح حالة Q_A عالية ، وباقى المخارج منخفضة ، وعند النبضة الثانية تصبح حالة Q_A, Q_B عالية ، وباقى المخارج منخفضة ، وعند النبضة السادسة تصبح حالة Q_A - Q_F عالية ، وباقى المخارج منخفضة، وفى هذه الحالة يصبح خرج البوابة B منخفضاً، فتعود حالة جميع مخارج مسجل الإزاحة عند النبضة السابعة منخفضة مرة أخرى ، ثم تتكرر دورة التشغيل عند وصول النبضة الثامنة .

والجدول (٩ – ٥) يبين حالة مخارج المسجل IC_2 عند وصول نبضات الساعة إلى مدخل النبضات Ck (الرجل 8) .

الجدول (٩ – ٥)

رقم النبضة	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D	Q_E	Q_F
1	1	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0
4	1	1	1	1	0	0
5	1	1	1	1	1	0
6	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0



الشكل (٩ - ١)

وتعمل الترانزستورات T_1 - T_4 على رفع مستوى التيار الخارج من البوابات C - F لقيادة التترياكات Q_1 - Q_{10} ، والتى تقوم يوصل وفصل لمبات الإضاءة فى حين تقوم البوابات C - F بتحقيق النماذج الضوئية الأربعة المبينة فى الجدول (٩ – ٦) .

الجدول (٩ – ٦)

رقم النبضة	G_1	G_2	G_3	G_4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	1	0
4	1	1	1	1
5	0	0	0	0
6	1	1	1	1
7	0	0	0	0

علماً بأنه من خواص بوابة XOR هو أن حالة مخرجها يكون عالياً ، إذا كانت حالة أحد مدخليها عالية فقط .

والجدير بالذكر أنه يجب تثبيت الترياكات على مشتتات حرارة عبارة عن قطعة ألومنيوم أبعادها (50 x 50 x 2 mm) ، مع وضع كل الدائرة داخل علبة محكمة من الألومنيوم لحفظ الدائرة من العوامل الطبيعة والجوية .

الدائرة رقم 9 :

الشكل (٩ – ١٠) يعرض الدائرة الرقمية للوحة إعلانات تحتوى على خمس مجموعات من اللمبات ، وتعطى أربعة نماذج من الإضاءة ، وهى : إضاءة متدرجة فى اتجاه عقارب الساعة– إطفاء كامل – إضاءة متدرجة فى عكس اتجاه عقارب الساعة – إطفاء كامل .

عناصر الدائرة :

R_1 , R_2	مقاومات كربونية 2.2 k Ω .
R_3 - R_7	مقاومات كربونية 560 Ω .
R_8 - R_{12}	مقاومات كربونية 2.2 k Ω .
R_{13} - R_{17}	مقاومات كربونية 190 Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 50 k Ω .
C_1	مكثف كيميائى سعته 10µf وجهده 10V .
C_2	مكثف قرصى (Disc) سعته 0.01µf .
T_1 - T_5	ترانزستورات NPN طراز BC 337 أو مكافئها .
Q_1 - Q_5	ترياكات 600 V , 8 A طراز TIC 225 M .
IC_1	مؤقت NE 555 .
IC_2 - IC_4	دوائر متكاملة لمسجلات إزاحة طراز 74164 .
IC_5	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .
IC_6 , IC_7	دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات XOR طراز 7486 .

نظرية التشغيل :

الجدول (٩ – ٧) يبين دورة تشغيل واحدة لهذه اللوحة علماً بان هذه الدورة تتكرر طوال فترة التشغيل .

الجدول (٩ – ٧)

رقم النبضة	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0
4	1	1	1	1	0
5	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1
8	0	0	0	1	1
9	0	0	1	1	1
10	0	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	0	0	0	0	0

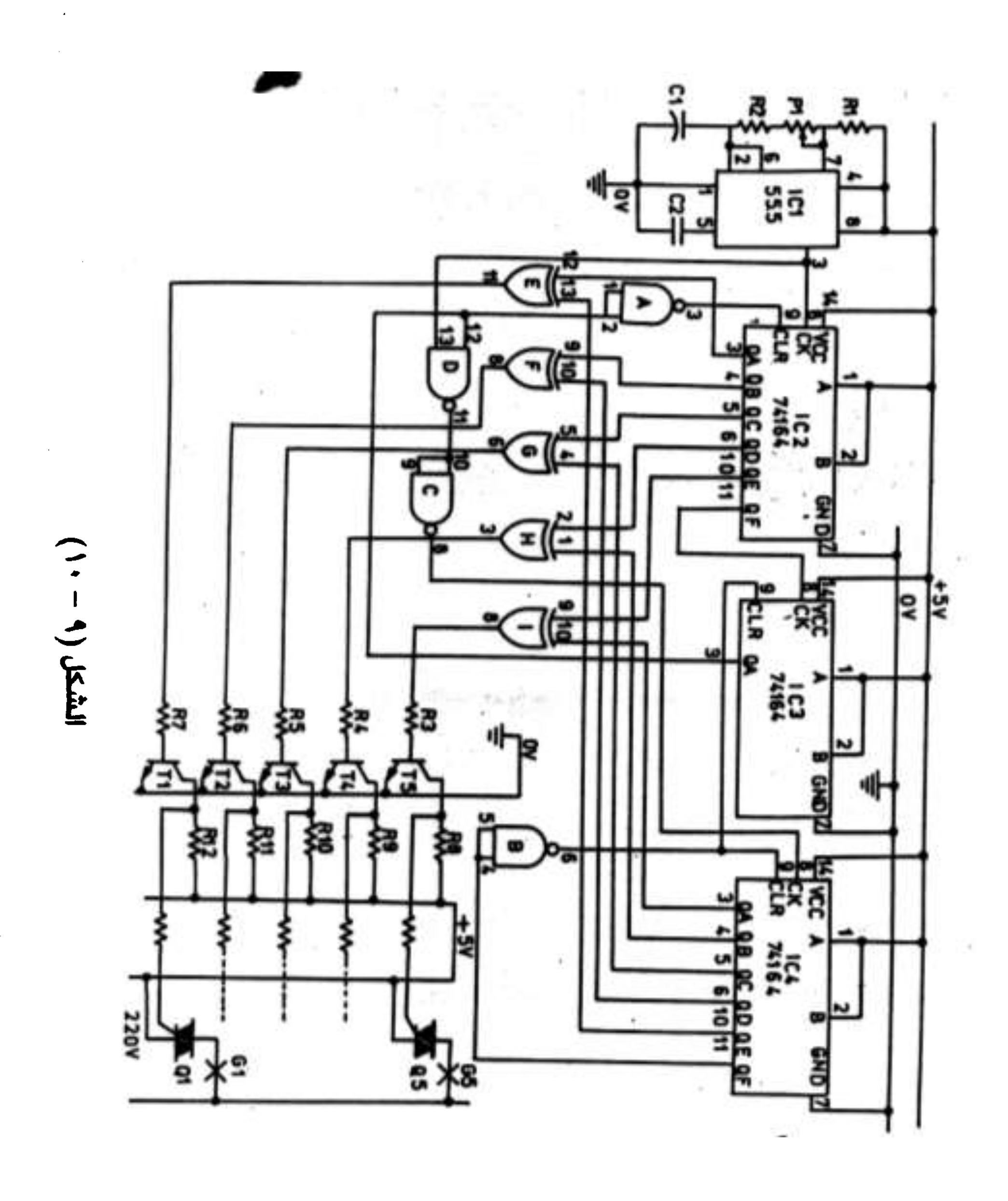
فعند وصول التيار الكهربى للدائرة تصل النبضات الخارجة من المؤقت 555 لمدخل نبضات المسجل IC_2 ، فتصبح حالة مخارج هذا المسجل عالية ، الواحد تلو الآخر .

فعند النبضة الخامسة تصبح جميع مخارج المسجل IC_2 المخارج $(Q_A - Q_E)$ عالية ، وعند النبضة السادسة تصل نبضة عالية من المخرج Q_F للمسجل IC_2 إلى مدخل نبضات المسجل IC_3 ، فتصبح حالة المخرج Q_A للمسجل IC_3 عالية ، وبالتالى تصل نبضة منخفضة لمدخل تحرير المسجل IC_2 عبر البوابة A فتعود حالة جميع مخارج المسجل IC_2 للحالة المنخفضة ، وتنطفئ جميع مجموعات اللمبات ، ويصبح المسجل IC_2 فى حالة راحة ، فى حين تصل نبضات المذبذب اللامستقر عبر بوابة AND المؤلفة من البوابتين C, D لمدخل نبضات المسجل IC_4 ، وتباعاً تصبح حالة مخارج المسجل عالية ، الواحد تلو الآخر ، حتى تصبح جميع المخارج $Q_A - Q_F$ عالية عند النبضة الحادية عشرة ، وعند وصول النبضة الثانية عشر تصل إشارة منخفضة عبر بوابة NOT المشكلة من البوابة B لمدخل تحرير كل من المسجل IC_3 ، والمسجل IC_4 ، فتعود حالة جميع مخارج المسجلين IC_3 , IC_4 للحالة المنخفضة ،

وتنطفئ جسيع المجموعات وتصبح IC_4 فى حالة راحة ، فى حين تصل إشارة عالية لمدخل تحرير المسجل IC_3 ويصبح المسجل مهيئاً لتلقى النبضات القادمة من المذبذب اللامستقر ، وتتكرر دورة التشغيل.

والجدير بالذكر أن البوابات E - I موصلة مع مخارج المسجل IC_2 والمسجل IC_4 ؛ لتحقيق دورة التشغيل المبينة بالجدول (٩ – ٧) ، وتعمل الترانزستورات T_1 - T_5 على رفع مستوى تيار خرج البوابات E - I ، وقيادة الترياكات Q_1 - Q_5 للتحكم فى وصل وفصل المجموعات G_1 - G_5 بما يحقق الجدول (٩ – ٧) .

والجدير بالذكر أنه يجب تثبيت كل ترياك على مشتت حرارة (مبرد) أبعاده (40 x 40 x 2 mm) ، ويمكن استخدام مصدر قدرة مستمر منظم قادر على تغذية هذه الدائرة بتيار 1A ، ويثبت منظم الجهد على مبرد أبعاده (70 x 70x2 mm) ، وتوضع هذه الدائرة داخل صندوق من الألومنيوم لحماية الدائرة من العوامل الطبيعية .



الشكل (٩ - ١٠)

الباب العاشر

دوائر الأضواء المتحركة المبرمجة

دوائر الأضواء المتحركة المبرمجة

١٠/ ١ – مقدمة :

يستخدم فى دوائر الأضواء المتحركة المبرمجة دوائر متكاملة للذاكرات مثل :

١ – ذاكرة القراءة والكتابة RAM .

٢ – ذاكرة القراءة فقط PROM .

٣ – ذاكرة القراءة فقط EPROM .

ويتم برمجة هذه الذاكرات للحصول على نماذج ضوئية مختلفة، والجدير بالذكر أن استخدام ذاكرة RAM فى هذا المجال قلما يحدث ؛ نظراً لأن ذاكرة RAM تفقد محتوياتها بمجرد انقطاع التيار الكهربى عنها .

فى حين يعاب على استخدام ذاكرة PROM أنه لا يمكن تغيير البرنامج المخزن فيها حيث لا يمكن برمجة هذا النوع من الذاكرات إلا مرة واحدة ، وتظل محتوياتها ثابتة ، وهذا بالفعل يمثل مشكلة خصوصاً عند حدوث خطأ أثناء البرمجة .

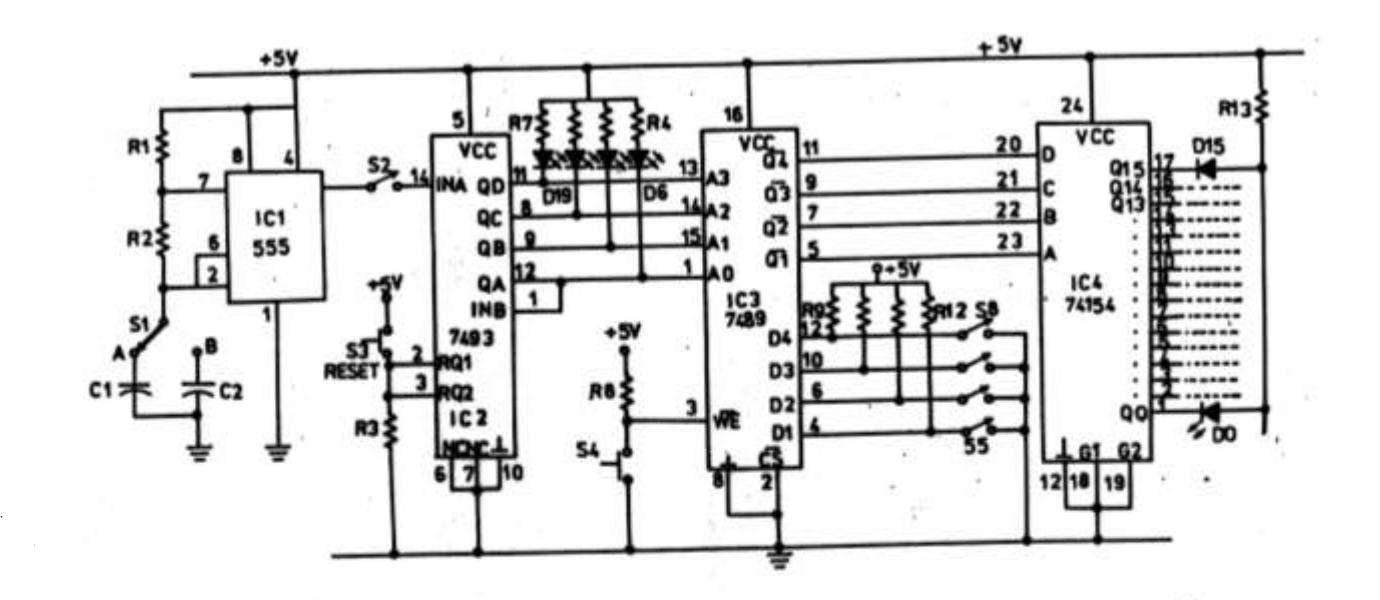
أما النوع الثالث : وهو ذاكرة EPROM ، فهى أفضل من النوعين السابقين فى مجال الدعاية والإعلان ، لأن هذه الذاكرة تتميز بإمكانية مسحها بتعريضها لأشعة فوق بنفسجية UV، كما أنها لا تفقد محتوياتها عند انقطاع التيار الكهربى عنها وتتوفر هذه الذاكرات بأسعار رخيصة ، كما أنه يمكن بسهولة برمجتها .

١٠/ ٢ – دوائر الأضواء المتحركة المبرمجة العملية .

سنتناول فى هذه الفقرة الطرق العملية المستخدمة لبرمجة ذاكرات RAM, EPROM, PROM وكذلك دائرة عملية لجهاز لمسح ذاكرات EPROM ، بالإضافة إلى مجموعة من الدوائر العملية للوحات الإعلانات المبرمجة .

الدائرة رقم 1 :

الشكل (١٠ – ١) يعرض دائرة التحكم الرقيمة فى لوحة إعلانات مبرمجة تستخدم ذاكرة RAM ولها خرج على 16 ثنائياً مشعاً .


+5V
R1
R2
IC1
555
S1
A
B
C1
C2
S2
S3
RESET
R3
INA
INB
VCC
QD
QC
QB
QA
RQ1
RQ2
IC2
7493
R7
R4
D19
D6
R8
S4
IC3
7489
A3
A2
A1
A0
WE
CS
D4
D3
D2
D1
R9
R12
S8
S5
IC4
74154
Q15
Q14
Q13
Q0
G1
G2
D15
D0
R13



الشكل (١٠ - ١)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 1MΩ .
R_2 , R_3	مقاومات كربونية 1KΩ .
R_4- R_7	مقاومات كربونية 620 Ω .
R_{13}	مقاومة كربونية 620 Ω .
R_8 - R_{12}	مقاومات كربونية 10KΩ .
C_1	مكثف كيميائى سعته 5 μF وجهده (10V).
C_2	مكثف كيميائى سعته 1000 μF وجهده (10V).
IC_1	مؤقت NE 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد ثنائى طراز 7493 .
IC_3	ذاكرة RAM سعتها 4 x 16 طراز 7489 .
IC_4	موزع DMUX فى خط من ستة عشر خطاً طراز 74154 .
D_0 - D_{15}	ثنائيات مشعة قياسية .
S_1	مفتاح قطب واحد سكتين .
S_2, S_5 - S_8	مفاتيح قطب واحد سكة واحدة .
S_3 , S_4	ضواغط بريشة مفتوحة NO .

خطوات برمجة الذاكرة RAM :

يوضع المفتاح S_1 على وضع A لتشغيل مولد النبضات المؤلف من المؤقت 555 بمعدل نبضة كل خمس ثوانى ، وبالضغط على S_3 تعود كل مخارج العداد الثنائى IC_2 للصفر فتضىء جميع الثنائيات المشعة D_{16} - D_{19} ، وهذا يمثل العنوان 0000 للعداد ، ثم يغلق المفتاح S_2 وباستخدام المفاتيح S_5 - S_8 يتم تجهيز الكلمة المطلوب إدخالها على العنوان 0000، وبالضغط على S_4 تنتقل هذه الكلمة للموضع الذى عنوانه 0000 فى ذاكرة RAM.

وعند وصول النبضة الأولى لمدخل النبضات 14 للعداد IC_2 يصبح خرج العداد مساوياً 0001 ، حينئذ يتم تجهيز الكلمة المطلوب إدخالها على هذا العنوان بواسطة المفاتيح S_8 - S_5، ثم الضغط على الضاغط S_4 لإدخالها وهكذا ، وبهذه الطريقة يمكن تعبئة الذاكرة RAM . والجدير بالذكر أن خرج ذاكرة RAM طراز 7489 هو معكوس الكلمات المخزنة ، والجدول (١٠ – ١) يبين نموذجاً مقترحاً للكلمات التى يتم إدخالها فى مواضع الذاكرة المختلفة .

الجدول (١٠ – ١)

الكلمة الخارجة من RAM	الكلمة المدخلة إلى RAM	الثنائي المضيء	العنوان
0000	1111	D0	0000
0001	1110	D1	0001
0010	1101	D2	0010
0011	1100	D3	0011
0100	1011	D4	0100
0101	1010	D5	0101
0110	1001	D6	0110
0111	1000	D7	0111
1000	0111	D8	1000
1001	0110	D9	1001
1010	0101	D10	1010
1011	0100	D11	1011
1100	0011	D12	1100
1101	0010	D13	1101
1110	0001	D14	1110
1111	0000	D15	1111

نظرية التشغيل :

١ – يوضع المفتاح S_1 على وضع B فيعمل المؤقت 555 كمذبذب لامستقر بمعدل نبضة كل ثانية أى بتردد (1HZ) ونغلق المفتاح S_2 .

٢- نضغط على الضاغط S_3 لتحرير العداد IC_2 للبدء من الصفر ، فيكون خرج العداد 0000 في الثانية الأولى ، وهذا يمثل عنوان الكلمة المخزنة في ذاكرة RAM ، فتخرج الكلمة 0000 على المخارج $\overline{Q}_4$ - $\overline{Q}_1$ لوحدة الذاكرة (انظر الجدول ٩- ١).

ويقوم الموزع DMUX طراز 74154 بتحويل هذه الكلمة الثنائية لمكافئها العشرى ، فتكون حالة المخرج 0 للموزع منخفضة (حيث إن مخارج الموزع معكوسة) وباقى المخارج عالية، فيضىء الثنائى D_0 ، وفى الثانية الثانية يكون خرج العداد 0001 فتخرج الكلمة 0001 على المخارج $\overline{Q}_4$ - $\overline{Q}_1$ لوحدة الذاكرة (انظر الجدول ٩ - ١) ، ويقوم الموزع DMUX طراز 74154 بتحويل حالة المخرج المكافئ للمكافئ العشرى من مرتفع لمنخفض ، فيضىء الثنائى D_1، وهكذا ، وعند الثانية السادسة عشرة تصل النبضة السادسة عشرة لمدخل نبضات العداد فيصبح خرج العداد الثنائى للعداد 1111، فتنتقل الكلمة 1111 للمخارج $\overline{Q}_4$ - $\overline{Q}_1$ لذاكرة RAM ويقوم DMUX بتحويل حالة المخرج المكافئ للمكافئ العشرى لهذه الكلمة من مرتفع لمنخفض ، فتضئ D_{15} ، وفى الثانية السابعة عشرة تصل النبضة السابعة عشرة لمدخل نبضات العداد ، فتتحرر جميع مخارج العداد وتعود للصفر وتتكرر دورة التشغيل .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغيير الكلمات المدخلة إلى RAM حسب النموذج الضوئى المطلوب ، كما أنه يمكن استبدال الثنائيات المشعة بمجموعات من اللمبات كما سيتضح فى الدائرة 2 .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١٠ - ٢) يعرض دائرة التحكم الرقمية للوحة إعلانات مبرمجة تحتوى على عدد 2 ذاكرة RAM طراز 7489 ، وتقوم بالتحكم فى إضاءة ثمانى مجموعات من اللمبات G_1 - G_8 ، بحيث إن شدة التيار المسحوب لكل مجموعة لا يزيد عن 6A .

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 1MΩ .

R_2 , R_3 مقاومات كربونية 1KΩ .

$R_4 - R_7 , R_{13} , R_{14}$ مقاومات كربونية 620 Ω .

$R_8 - R_{12} , R_{15} - R_{18}$ مقاومات كربونية 10K Ω .

$R_{19} - R_{26}$ مقاومات كربونية 360 Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 5µF وجهده 10V .

C_2 مكثف كيميائى سعته 1µF وجهده 10V .

$D_0 - D_3$ ثنائيات مشعة قياسية .

$T_1 - T_8$ ترياكات 6A تعمل عند جهد 600V طراز TIC 216 M

IC_1 مؤقت 555 .

IC_2 دائرة متكاملة لعداد ثنائى طراز 7493 .

IC_3 , IC_4 ذاكرة RAM سعتها 4 x 16 طراز 7489 .

S_1 مفتاح قطب واحد سكتين .

S_3 , S_4 , S_9 ضواغط بريشة مفتوحة .

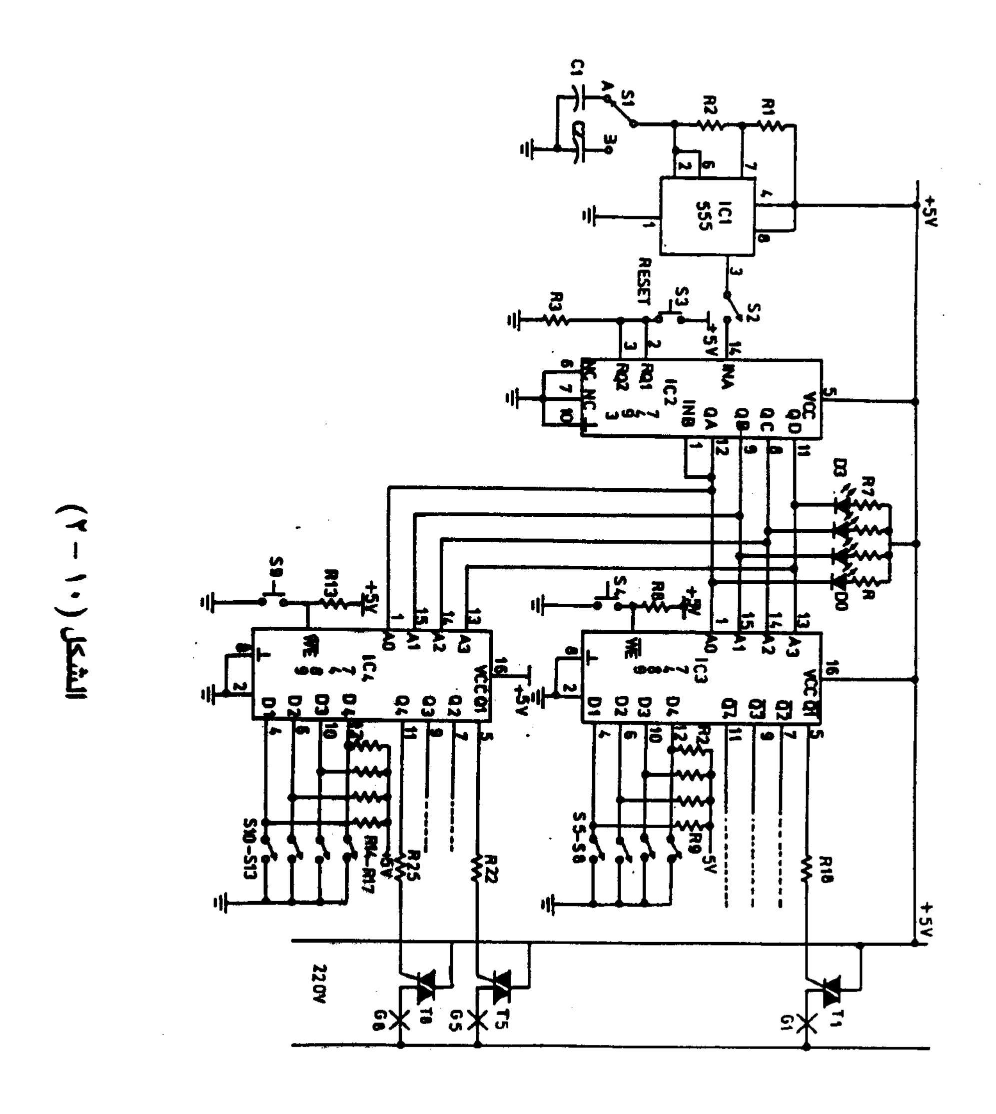
$S_2 , S_5 - S_8 , S_{10} - S_{13}$ مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

نظرية التشغيل :

١ – يتم برمجة ذاكرات RAM بنفس الطريقة المتبعة فى الدائرة رقم 1 .

٢ – يوضع المفتاح S_1 على وضع B ، فيعمل المؤقت 555 كمذبذب لا مستقر بمعدل نبضة كل ثانية أى بتردد (1HZ) .

٣ – نضغط على الضاغط S_3 لتحرير العداد IC_2 والبدء من الصفر فيكون خرج العداد 0000 فى الثانية الأولى ، وهذا يمثل عنوان الكلمة المخزنة فى الذاكرة RAM ، فتخرج هذه الكلمة على مخارج الذاكرة IC_3 ، وأيضاً على أطراف الذاكرة IC_4 ، وعندما يصبح خرج العداد 0001 تخرج الكلمة الثانية على أطراف IC_3 , IC_4 ، وهكذا حتى يصبح خرج العداد 1111 فتخرج الكلمة التى لها هذا العنوان على مخارج الذاكرات IC_3, IC_4 ، وتعود مخارج العداد للصفر ، وتتكرر دورة التشغيل من جديد .



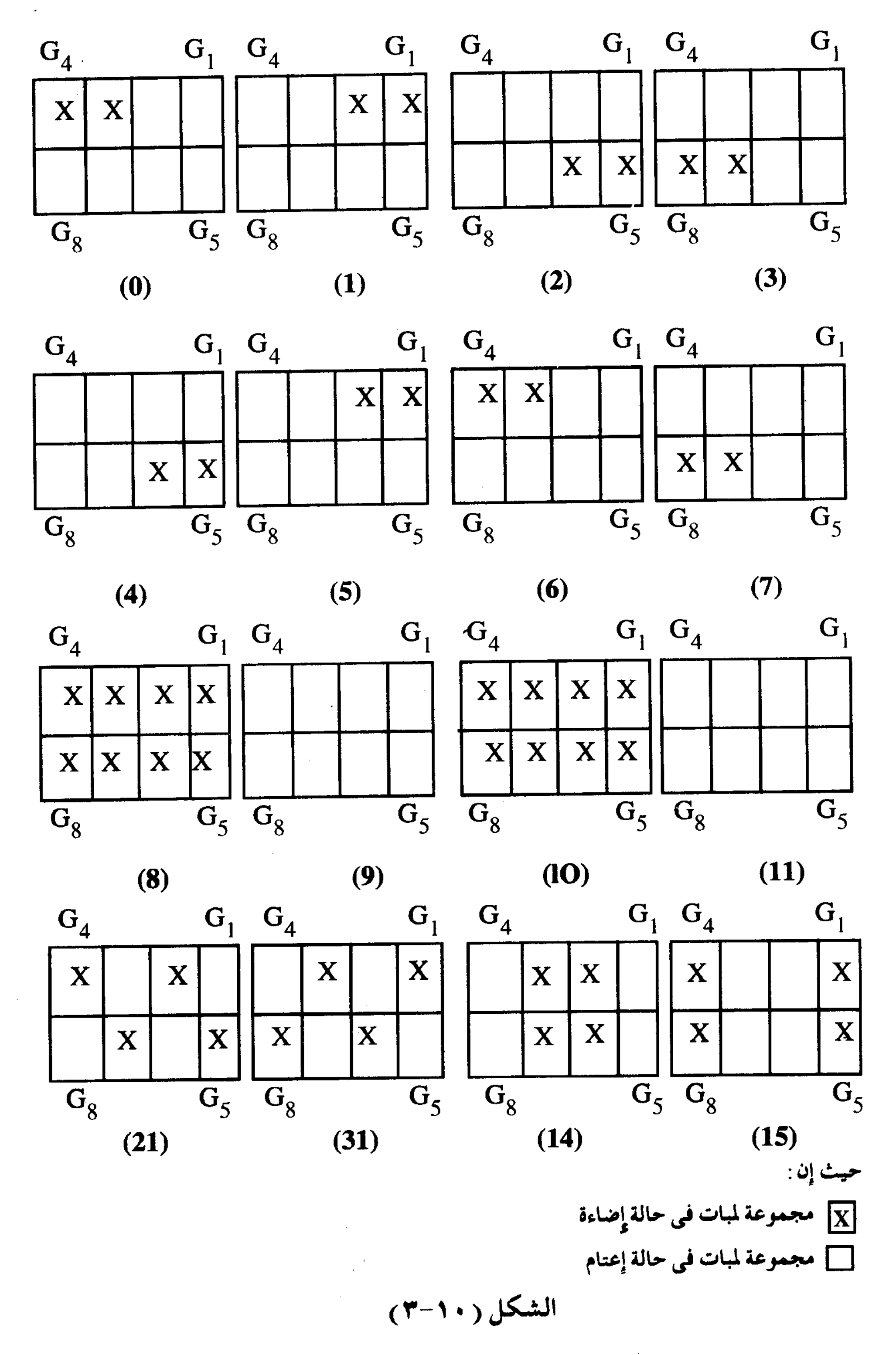
الشكل (١٠ - ٢)

والجدول (٩ – ٢) يبين أحد البرامج المقترح تخزينها فى ذاكرات RAM .

الجدول (١٠ – ٢)

العنوان		الكلمة المدخلة لـ IC_3	الكلمة الخارجة من IC_3	الكلمة المدخلة لـ IC_4	الكلمة الخارجة من IC_4
ثنائي	عشري				
0000	0	1100	0011	0000	1111
0001	1	0011	1100	0000	1111
0010	2	0000	1111	0011	1100
0011	3	0000	1111	1100	0011
0100	4	0000	1111	0011	1100
0101	5	0011	1100	0000	1111
0110	6	1100	0011	0000	1111
0111	7	0000	1111	1100	0011
1000	8	1111	0000	1111	0000
1001	9	0000	1111	0000	1111
1010	10	1111	0000	1111	0000
1011	11	0000	1111	0000	1111
1100	12	1010	0101	0101	1010
1101	13	0101	0101	1010	0101
1110	14	0110	1001	0110	1001
1111	15	1001	0110	1001	0110

والشكل (١٠ – ٣) يبين النماذج الضوئية المتاحة عند استخدام البرنامج المبين بالجدول (١٠ – ٢) .



حيث إن :

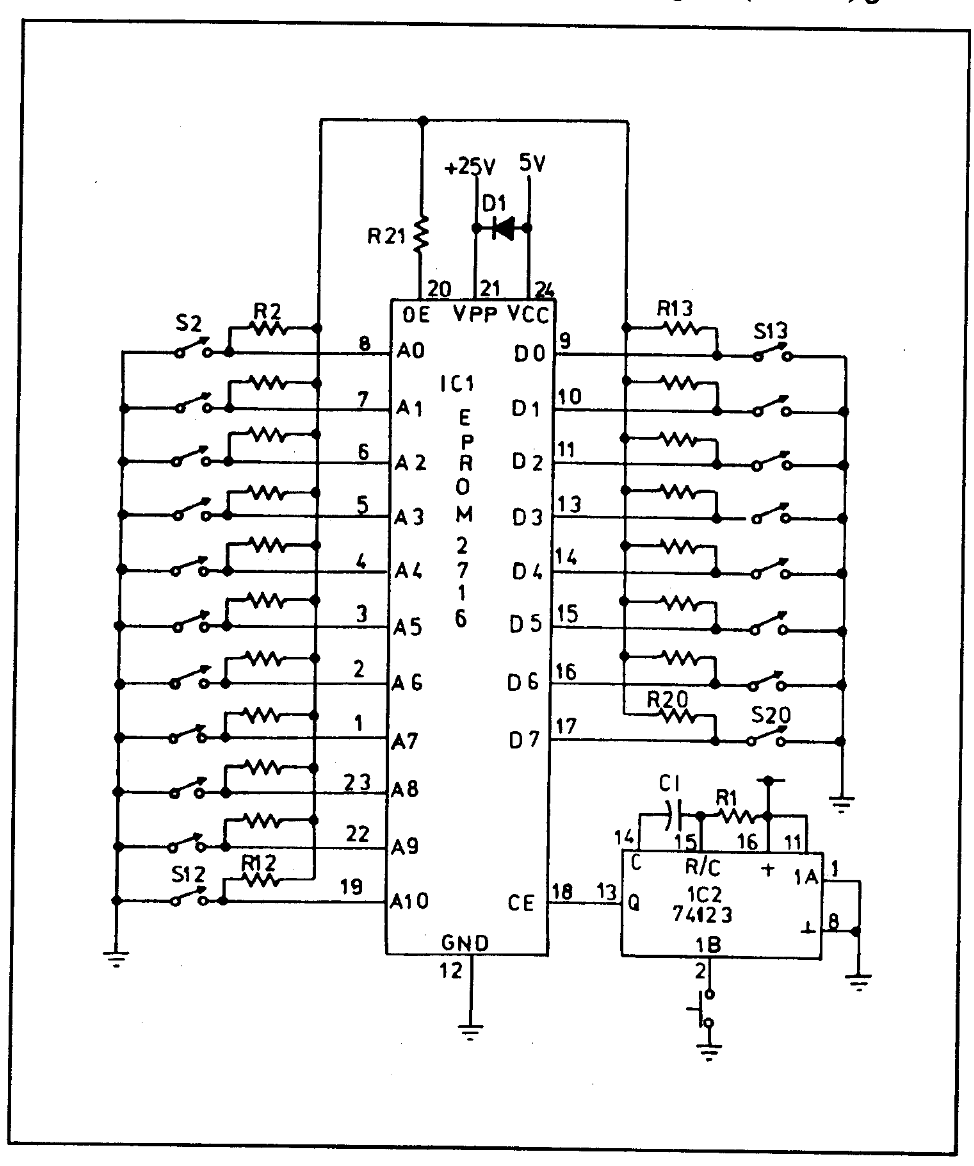
☒ مجموعة لمبات فى حالة إضاءة

☐ مجموعة لمبات فى حالة إعتام

الشكل (١٠-٣)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (١٠ – ٤) يعرض الدائرة المستخدمة لبرمجة ذاكرة EPROM طراز 2716 .



الشكل (١٠ – ٤)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 63.2 KΩ

$R_2 - R_{21}$	مقاومات كربونية 10K Ω .
C_1	مكثف كيميائى سعته 2.2 µF وجهده 16V .
D_1	ثنائى طراز 1N 4148 .
IC_1	دائرة متكاملة لذاكرة EPROM طراز 2716 .
IC_2	دائرة متكاملة لمذبذب أحادى الاستقرار طراز 74123 .
S_1	ضاغط بريشة مفتوحة .
$S_2 - S_{20}$	مفاتيح قطب واحد سكة واحدة .

نظرية التشغيل :

يستخدم فى هذه الدائرة مذبذب أحادى الاستقرار يتألف من الدائرة المتكاملة 74123 ، ويمكن تعيين زمن النبضة الخارجة من هذا المذبذب من العلاقة التالية :

$$t = 0.28 R_1 C_1 (1+ \frac{0.7}{R_1})$$

$$= 0.2 X 63.2 X 1000 X 2.2 X 10^{-6} (1 + \frac{0.7}{63.2 X 1000}) = 39 mS$$

وبواسطة المفاتيح $S_2 - S_{12}$ يتم اختيار العنوان المطلوب إدخال بيانات عليه ، وبواسطة المفاتيح $S_{13} - S_{20}$ يتم اختيار البيانات المطلوب إدخالها ، وعند الضغط على الضاغط S_1 تنتقل البيانات من المفتاح $S_{13} - S_{20}$ إلى الموضع المقابل للعنوان المحدد بالمفاتيح $S_2 - S_{12}$.

الدائرة رقم 4 :

الشكل (١٠ – ٥) يعرض الدائرة الالكترونية لجهاز مسح الذاكرات EPEOM ، والذى يحتوى على لمبة أشعة فوق بنفسجية ، وكذلك نموذج عملى لهذا الجهاز .

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 10 k Ω .
R_2	مقاومة كربونية 180 k Ω .
R_3 , R_4 , R_6	مقاومات كربونية 56k Ω .

R_5	مقاومة كربونية 100 k Ω .
R_7 , R_8	مقاومات كربونية 1k Ω .
R_9	مقاومة كربونية 470 Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 50k Ω .
C_1	مكثف كيميائى 470 µf وجهده 16V .
C_2	مكثف سيراميك 100 nf .
C_3	مكثف كيميائى 10µf وجهده 10V .
C_4	مكثف سيراميك 330 nf .
C_5	مكثف سيراميك 1µf .
B_1	قنطرة توحيد طراز B 40 C 500 .
D_1	ثنائى طراز 1N4001 .
D_2 , D_3	ثنائيين مشعين قياسيين .
D_4	ثنائى طراز 1N 4148 .
T_1, T_3	ترانزستورات PNP طراز BC 557 .
T_2	ترانزستور PNP طراز BC160 .
IC_1	دائرة متكاملة لمنظم جهد ثلاثى الأطراف طراز 7805 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد ثنائى بمذبذب طراز CD 4060 .
S_1	ضاغط بريشة مفتوحة .
S_2	مفتاح نهاية مشوار بريشة مفتوحة .
S_3	مفتاح دوار قطب واحد بثلاث سكك .
X_1	محول 220 / 6V وسعته 6VA .
R_E	ريلاى كهربى يعمل عند جهد5V + .
UV	لمبة أشعة فوق بنفسجية .

نظرية التشغيل :

لمبة الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet lamp (uv) تصدر أشعة فوق عندما تسقط على شباك ذاكرة EPROM والتى توضع على مسافة (2 - 3 Cm) منها لفترة زمنية تتراوح ما بين (10 - 40 min) ، وهذه الفترة الزمنية تعتمد على مواصفات المصنعين، وبخصوص الدائرة التى نحن بصددها ، فهى تتحكم فى تشغيل لمبة الأشعة فوق البنفسجية الفترة الزمنية المطلوبة ، والتى تساوى 10 min أو 20 min أو 40 min ، وتبنى هذه الدائرة باستخدام دائرة متكاملة لمنظم جهد ثلاثى الأطراف IC_1 للحصول على جهد مستمر منظم + 5V ، وتحتوى أيضاً على الدائرة المتكاملة لعداد ثنائى مزود بمذبذب IC_2 طراز CD 4060 وتردد مذبذب هذه الدائرة المتكاملة يساوى :

$$F = \frac{1}{2.2\, C_5\, (R_3 + P_1)} = 6.8\ HZ$$

وبالتالى يصبح زمن النبضة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F} = 0.15\ sec$$

وتصبح حالة المخرج Q_{12} عالية بعد زمن يساوى : $(2^{12}\ T)$ أى 10 min .

وتصبح حالة المخرج Q_{13} عالية بعد زمن يساوى : $(2^{13}\ T)$ أى 20 min .

وتصبح حالة المخرج Q_{14} عالية بعد زمن يساوى : $(2^{14}\ T)$ أى 40 min .

فعند توصيل مصدر الجهد للمحول X_1 تصل نبضة تحرير للعداد IC_2 من المكثف C_5 ، وبالتالى يبدأ العداد العد من الصفر ، وفى البداية تكون حالة جميع مخارج العداد منخفضة ، وبالتالى يصبح كل من T_1, T_2 فى حالة وصل وعند غلق باب هذا الجهاز ووضع ذاكرات EPROM المطلوب مسحها بداخله، فإن مفتاح نهاية المشوار S_2 الموجود بالداخل سوف يغلق فيعمل الريلاى RE ، وبالتالى تغلق ريشته ، فتضئ اللمبة UV وفى نفس الوقت يضىء الثنائى المشع D_2 للدلالة على عمل الجهاز .

وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه الجهاز والذى يساوى : 10 min فى هذه الحالة تصبح حالة المخرج Q_{12} عالية ، وبالتالى يتحول T_1 , T_2 لحالة القطع فتنطفىء لمبة الأشعة الفوق بنفسجية،

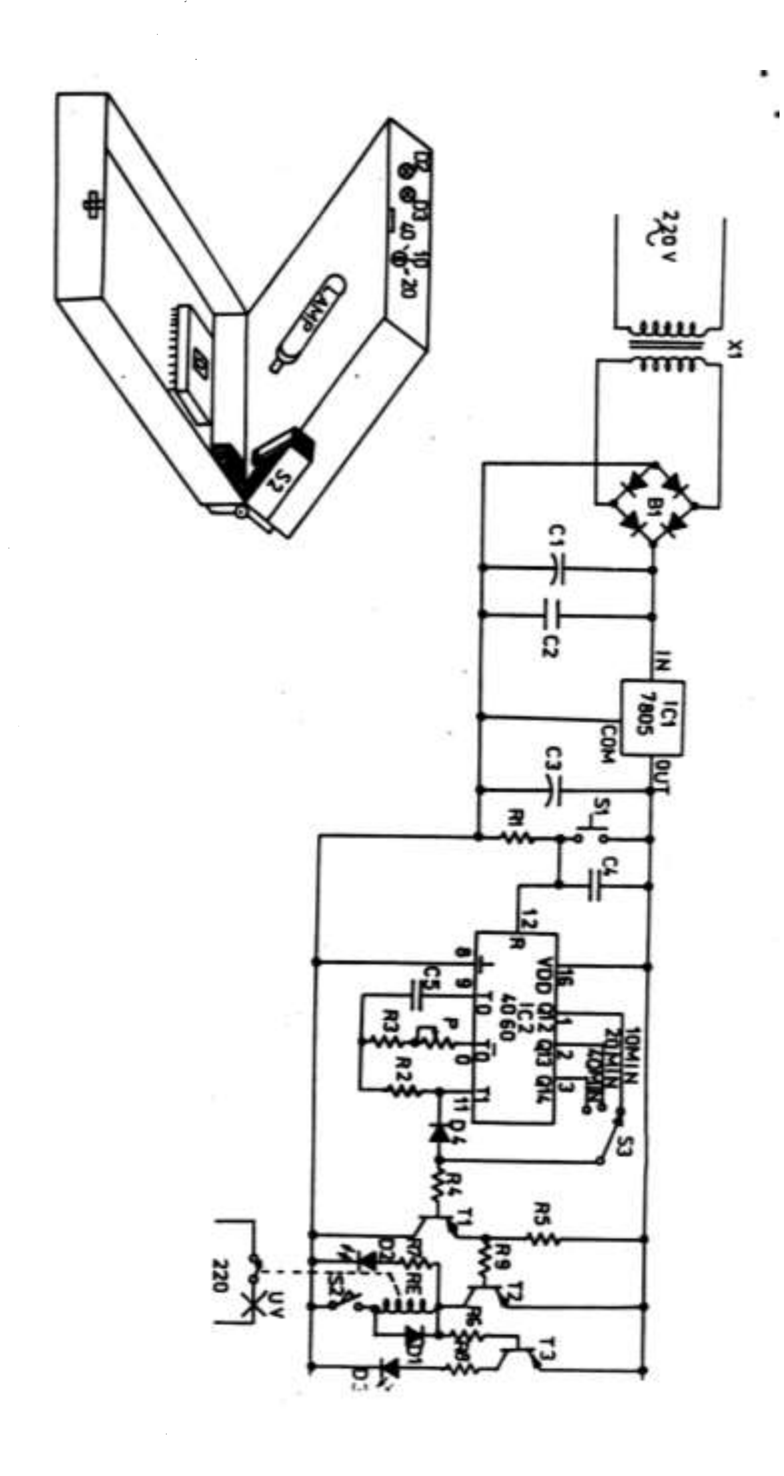
فى حين يتحول T_3 لحالة الوصل فيضىء الثنائى المشع D_3 للدلالة على انتهاء زمن المسح .

ويمكن تحرير المؤقت بالضغط على S_1 .

والجدير بالذكر أنه يمكن مسح ذاكرة EPROM طراز 2716 بتعريضها المباشر لأشعة الشمس لمدة أسبوع كامل .

تحذير :

احذر فتح هذا الجهاز المستخدم لمسح ذاكرة EPROM لاختباره ، وذلك بالضغط على نهاية المشوار S_2 إلا بعد ارتداء نظارة ضد أشعة الشمس كالمستخدمة فى اللحام الكهربى ؛ لأن الأشعة الفوق بنفسجية خطيرة على العين .


220 V
X1
B1
C1
C2
IN
IC1
7805
COM
OUT
C3
S1
R1
C4
IC2
4060
VDD
R
C5
R3
R2
P
D4
S3
10MIN
20MIN
R4
T1
R5
R9
T2
T3
R6
RE
UV
220
LAMP
S2

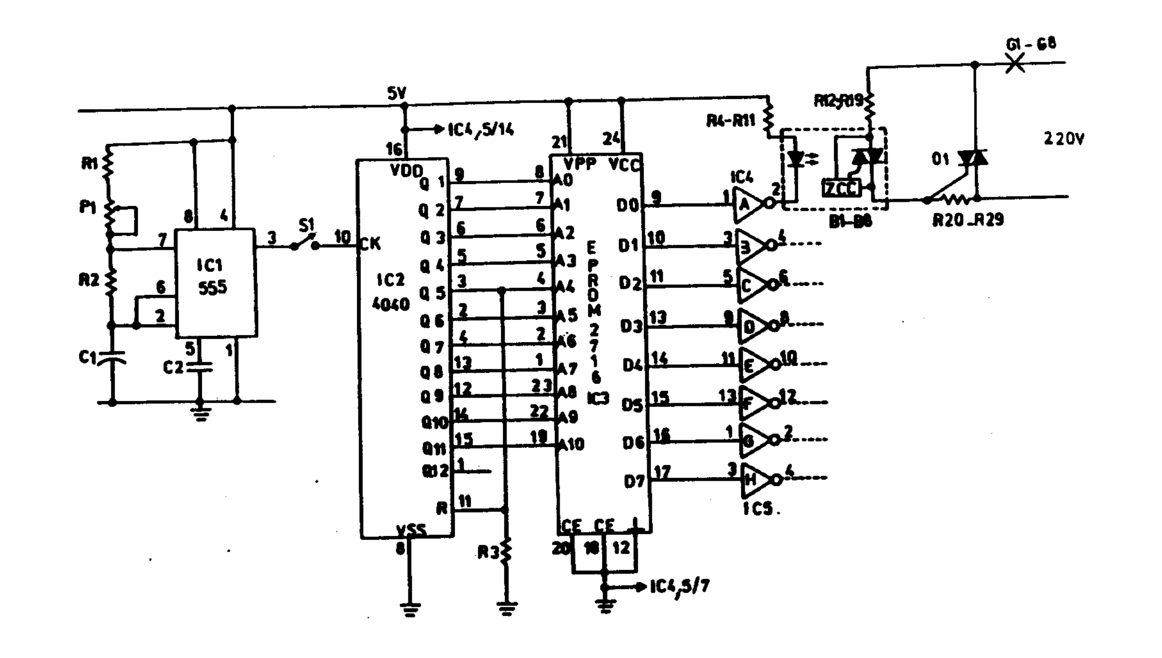
الشكل (١٠ - ٥)

الدائرة رقم 5 :

الشكل (١٠ - ٦) يعرض دائرة التحكم الرقمية فى لوحة إعلان مبرمجة تحتوى على ثمانية مجاميع ضوئية ، ولها إمكانية لإعطاء 256 شكلاً ضوئياً .

العناصر المستخدمة :

R_1	مقاومة كربونية 5k Ω .
R_2 , R_3	مقاومات كربونية 1k Ω .
R_4 , R_{11}	مقاومات كربونية 680 Ω .
R_{12} - R_{19}	مقاومات كربونية 56 Ω .
R_{20} - R_{28}	مقاومات كربونية 330 Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 100 k Ω .
C_1	مكثف كيميائى سعته 10 μf وجهده 10V .
C_2	مكثف قرصى (Disc) سعته 0.01 μf .
Q_1 - Q_8	ترياكات طراز BT 139 .
IC_1	مؤقت 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد ثنائى طراز 4040.
IC_3	دائرة متكاملة لذاكرة EPROM سعتها 2 k B طراز 2716 .
IC_4 , IC_5	دوائر متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .
B_1 - B_8	ثمانى وحدات ربط ضوئية MOC 3020 .


5V
IC4,5/14
IC4,5/7
R1
P1
R2
C1
C2
IC1
555
S1
CK
IC2
4040
VDD
VSS
R3
VPP
VCC
E
P
R
O
M
2
7
1
6
IC3
A0
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
Q7
Q8
Q9
Q10
Q11
Q12
R
D0
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
CE
IC4
IC5.
R4-R11
R12-R19
ZCC
B1-B8
01
R20-R29
G1-G8
220V

الشكل (١٠ - ٦)

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة يعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت 555 بتردد يتراوح ما بين (0.4 : 3Hz) ، وعند غلق المفتاح S_1 تصل هذه النبضات لمدخل نبضات العداد 4040 ، فيعمل العداد وعند وصول النبضة الأولى ، وأثناء الحافة الهابطة تصبح حالة Q_1 عالية ، وهذا يكافىء 1 عشرياً ، وبالتالى تخرج على مخارج الذاكرة EPROM الكلمة التى عنوانها 00000001 ،و هكذا .

والجدير بالذكر أنه استخدم لكل مخرج من مخارج EPROM ريلاى إستاتيكى لتشغيل لمبات قدرة عند جهد 220 V .

وتصل عدد الأشكال الضوئية المتاحة من هذه الدائرة 256 ، وبالطبع ليس من الضرورى استخدام جميع محتويات الذاكرة بل يمكن استخدام بعضها فقط .

فمثلاً : يمكن استخدام 32 صفاً فقط من صفوف الذاكرة 2716، والتى تساوى 256 صفاً ويتم ذلك بتوصيل مدخل Reset للعداد مع المخرج Q_5 .

فعندما يصبح خرج العداد يكافئ 16 عشرياً ، تكون حالة المخرج Q_5 عالية ، وتظل حالة هذا المخرج عالية إلى أن يصبح خرج العداد مساوياً 32 عشرياً فى هذه الحالة تصبح حالة هذا المخرج منخفضة ، وعند الحافة الهابطة يحدث تحرر للعداد ، ليبدأ العد من الصفر من جديد .

والجدول (١٠ – ٣) يبين أحد النماذج المقترحة للكلمات التى يتم تخزينها فى 32 موضعاً بالذاكرة EPROM طراز 2716 .

الجدول (١٠ – ٣)

الكلمة المقابلة فى الذاكرة	العنوان العشرى	العنوان الثنائى	الكلمة المقابلة فى الذاكرة	العنوان العشرى	العنوان الثنائى
00000000	16	10000	10000000	0	0000
11111111	17	10001	01000000	1	0001
00000000	18	10010	00100000	2	0010
11111111	19	10011	00010000	3	0011
00000000	20	10100	00001000	4	0100
00111100	21	10101	00000100	5	0101
11000011	22	10110	00000010	6	0110
00111100	23	10111	00000001	7	0111
11000011	24	11000	00000010	8	1000
00111100	25	11001	00000100	9	1001
01010101	26	11010	00001000	10	1010
10101010	27	11011	00010000	11	1011
01010101	28	11100	00100000	12	1100
00000000	29	11101	01000000	13	1101
11111111	30	11110	1000000	14	1110
00000000	31	11111	11111111	15	1111

والشكل (١٠ – ٧) يعرض النماذج الضوئية المتاحة من الدائرة المبينة بالشكل (١٠ – ٦) عند استخدام البرنامج المبين بالجدول (١٠ – ٣) .

رقم النبضة	G_8	G_7	G_6	G_5	G_4	G_3	G_2	G_1		رقم النبضة	G_8	G_7	G_6	G_5	G_4	G_3	G_2	G_1
0	x									16								
1		x								17	x	x	x	x	x	x	x	x
2			x							81								
3				x						19	x	x	x	x	x	x	x	x
4					x					20								
5						x				21			x	x	x	x		
6							x			22	x	x					x	x
7								x		23			x	x	x	x		
8							x			24	x	x					x	x
9						x				25			x	x	x	x		
10					x					26		x		x		x		x
11				x						27	x		x		x		x	
12			x							28		x		x		x		x
13		x								29								
14	x									30	x	x	x	x	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x	x	x	x		31								

حيث إن :

[x] المجموعة مضيئة   [ ] المجموعة معتمة

الشكل (١٠ – ٧)

الدائرة رقم 6 :

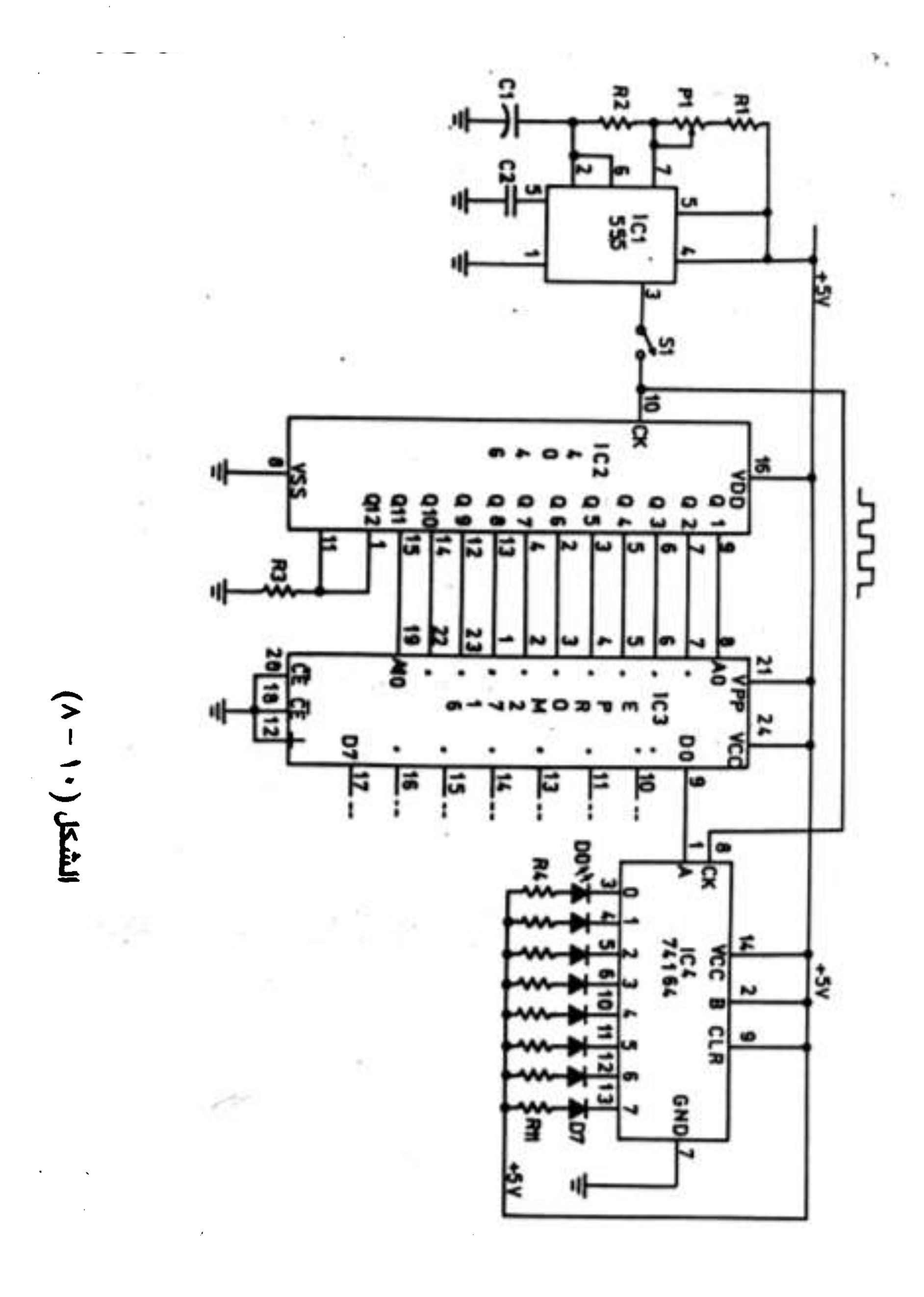
الشكل (١٠ – ٨) يعرض الدائرة الرقمية للوحة إعلانات مبرمجة تعطى صوراً متحركة ، والجدير بالذكر أنه يوجد تشابه لحد كبير بين هذه الدائرة والدائرة السابقة ، عدا أنه استخدم مسجلات إزاحة طراز 7416 ، حيث يوصل كل مخرج من مخارج الذاكرة 2716 مع مسجل إزاحة طراز 7416 ، وبذلك يمكن توصيل مصفوفة من اللمبات أبعادها (8 x 8) مما يتيح إمكانية الحصول على صور متحركة .

والجدير بالذكر أنه يمكن استبدال الثنائيات المشعة المستخدمة فى هذه الدائرة بلمبات قدرة مع استخدام ريلهات إستاتيكية كما هو متبع فى الدائرة السابقة .

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 5k Ω .
R_2 , R_3	مقاومات كربونية 1k Ω .
R_4 - R_{67}	مقاومات كربونية 270 Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 100 k Ω .
C_1	مكثف كيميائى سعته 10μf وجهده 10V .
C_2	مكثف قرصى (Disc) سعته 0.01μf .
IC_1	مؤقت 555 .
IC_2	دائرة متكاملة لعداد ثنائى طراز CD 4040 .
IC_3	دائرة متكاملة لذاكرة EPROM سعتها 2 k B طراز 2716 .
IC_4 - IC_{11}	دوائر متكاملة لمسجلات إزاحة طراز 74164 .
D_0 - D_{63}	ثنائيات مشعة حمراء قياسية .

والجدير بالذكر ، أنه يمكن مضاعفة عدد مسجلات الإزاحة بتوصيل مسجلين معاً تتابعياً مع كل مخرج من مخارج الذاكرة ، وبذلك نحصل على مصفوفة (16 x 8) أى ثمانية صفوف وستة عشر عموداً .


IC1
555
IC2
IC3
IC4
74164
+5V
S1
R1
R2
P1
C1
C2
R3
R4
R11
D0
D7
CK
VDD
VSS
VPP
VCC
GND
CLR

الشكل (١٠ - ٨)

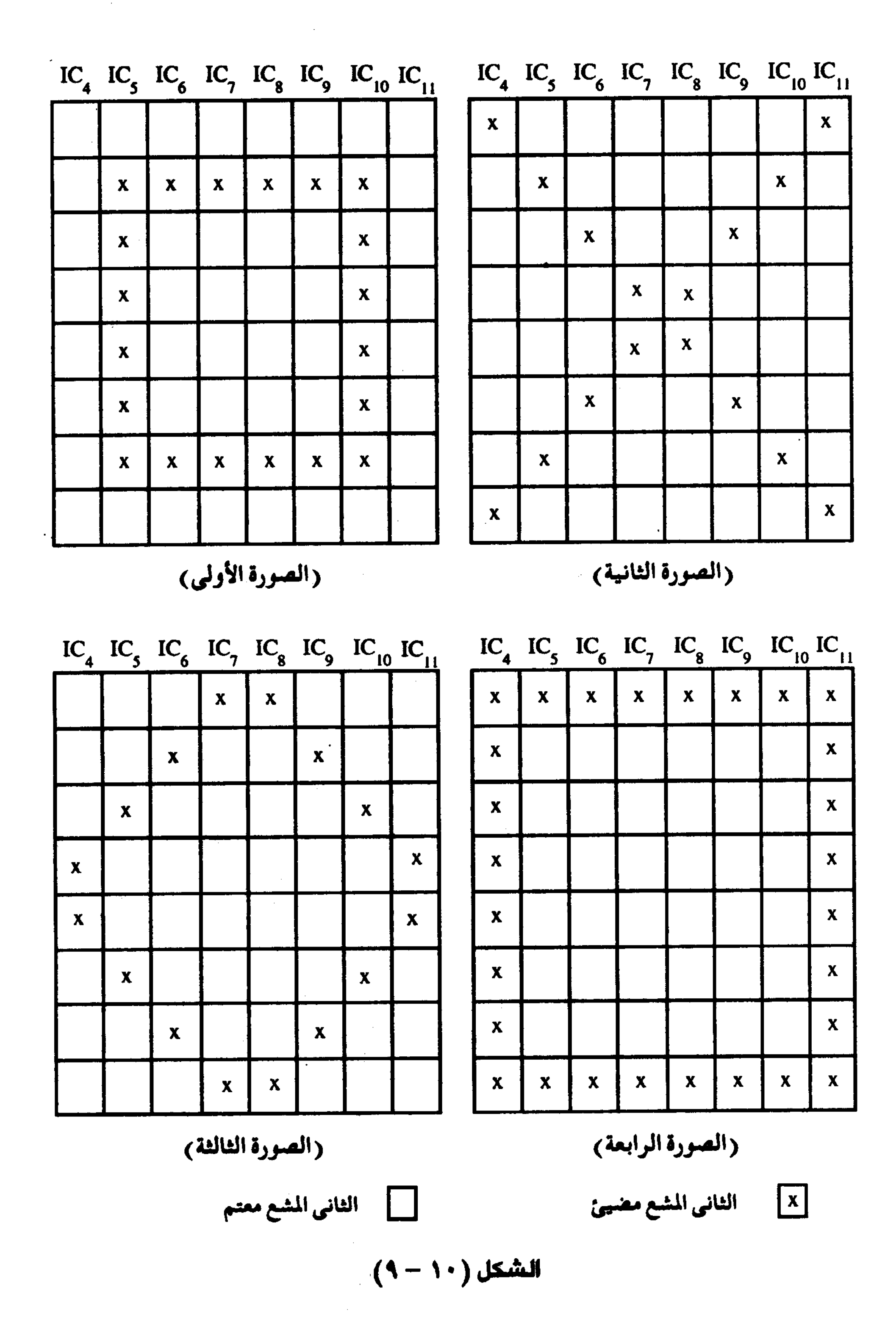
أما عند استخدام ذاكرتى EPROM طراز 2716 وعدد 32 مسجل إزاحة فى هذه الحالة يمكن الحصول على مصفوفة ضوئية أبعادها (16 x 16) أى ستة عشر صفاً وستة عشر عموداً.

والجدول (١٠ – ٤) يبين أحد النماذج المقترحة للكلمات التى يتم تخزينها فى 32 موضعاً بالذاكرة EPROM طراز 2716 للحصول على أربع صور متحركة .

الجدول (١٠ – ٤)

العنوان		كلمات المخارج		العنوان		كلمات المخارج	
ثنائي	عشري	ثنائي	سداس عشر	ثنائي	عشري	ثنائي	سداس عشر
0000	0	11111111	FF	10000	16	11000111	C7
0001	1	10000001	81	10001	17	11011011	DB
0010	2	10011001	99	10010	18	10111101	BD
0011	3	10100101	A5	10011	19	01111110	7D
0100	4	10100101	A5	10100	20	01111110	7D
0101	5	10011001	99	10101	21	10111101	BD
0110	6	10000001	81	10110	22	11011011	DB
0111	7	11111111	FF	10111	23	11100111	D7
1000	8	01111110	7E	11000	24	00000000	00
1001	9	10111101	AD	11001	25	01110000	7D
1010	10	11011011	DA	11010	26	01000010	42
1011	11	11100111	E7	11011	27	01011010	5A
1100	12	11100111	E7	11100	28	01011010	5A
1101	13	11011011	DB	11101	29	01000010	42
1110	14	10111101	BD	11110	30	01111110	7D
1111	15	01111110	7E	11111	31	00000000	00

والجدير بالذكر أن الصورة المتحركة الأولى تكتمل عندما يصبح خرج العداد الثنائى يكافىء 7 عشرى ، فى حين تكتمل الصورة الثانية عندما يصبح خرج العداد الثنائى يكافىء 15 عشرياً وتكتمل الصورة الثالثة عندما يصبح خرج العداد الثنائى يكافىء 23 عشرياً، وتكتمل الصورة الرابعة عندما يصبح خرج العداد الثنائى يكافىء 31 عشرياً، والشكل (١٠ – ٩) يعرض الصور الضوئية التى تظهر .


IC4 IC5 IC6 IC7 IC8 IC9 IC10 IC11
(الصورة الأولى)
IC4 IC5 IC6 IC7 IC8 IC9 IC10 IC11
(الصورة الثانية)
IC4 IC5 IC6 IC7 IC8 IC9 IC10 IC11
(الصورة الثالثة)
IC4 IC5 IC6 IC7 IC8 IC9 IC10 IC11
(الصورة الرابعة)
الثانى المشع معتم
الثانى المشع مضيئ

الشكل (١٠ – ٩)

الدائرة رقم 7 :

الشكل (١٠ – ١٠) يعرض دائرة برمجة الذاكرة PROM طراز 74188 ، والتى سعتها 256 Bit وتكون على النظم التالى : (8 x 32)، علماً بان هذه الدائرة تحتاج لمصدر القدرة المبين بالشكل (٣ – ١٣).

عناصر الدائرة :

R_1 - R_{13} مقاومات كربونية 3.9 k Ω .

R_{14} مقاومة كربونية 22 Ω .

C_1 , C_1 مكثف كيميائى 470µf وجهده 16V .

D_1 , D_2 ثنائيات سليكونية طراز 1N4002 .

ZD_1 ثنائى زينر جهده 6.8 .

IC_1 دائرة متكاملة لذاكرة PROM طراز 74S188 .

S_1 - S_{13} مفاتيح قطب واحد سكة واحدة .

PB_1 ضاغط بريشتين إحداهما مفتوحة NO والآخرى مغلقة NC .

PB_2 ضاغط بريشة مفتوحة NO .

Q_1 ترانزستور NPN طراز BD 241 .

نظرية التشغيل :

فى البداية يتم الضغط على الضاغط PB_2 للحظة ، لشحن المكثف C_1 ، وبعد ذلك يتم ضبط عنوان الكلمة المطلوب إدخالها بواسطة المفاتيح S_{13} : S_9 .

فعند غلق المفتاح تصبح حالة إشارة الدخل عالية ، والعكس بالعكس ، فمثلاً :

عند إدخال كلمة عنوانها 5 فإنه يتم غلق المفاتيح S_{11} , S_9 والجدول (١٠ – ٥) يبين المكافئ العشرى لمفاتيح العنوان .

الجدول (١٠ – ٥)

S_{13}	S_{12}	S_{11}	S_{10}	S_9	المفتاح
16	8	4	2	1	المكافىء العشرى

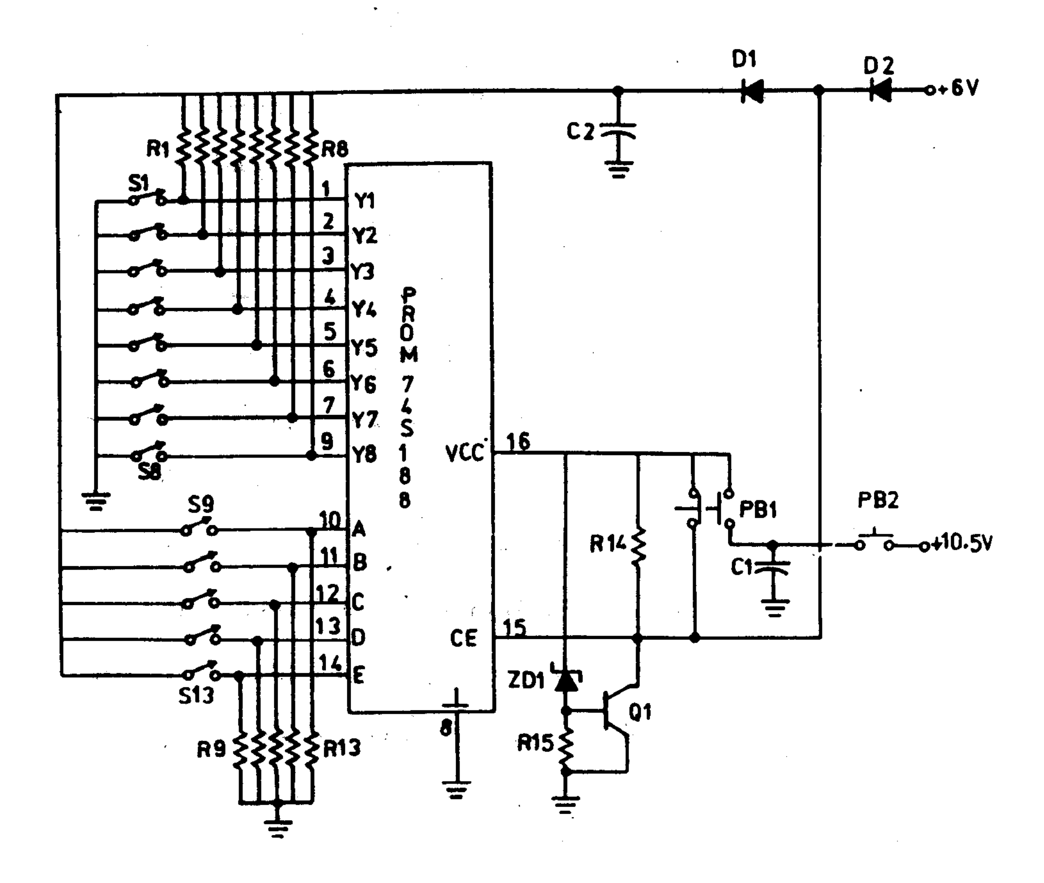
وتتميز الذاكرة 74188 بأن الحالة المبدئية لجميع خلاياها منخفضة، فعند إدخال الكلمة $LSB_{(10101001)}MSB$ فإنه يجب غلق المفاتيح S_2 و S_3 و S_5 و S_7 وبعد التأكد من صحة العنوان وصحة البيانات يتم الضغط على الضاغط PB_1 لحظياً ، فيصبح الجهد عند الرجل Vcc للدائرة المتكاملة IC_1 مساوياً جهد المكثف C_1 ، والذى يساوى تقريبا 10.5V فى هذه الحالة فإن ثنائى الزينر ZD_1 سوف يتحول لحالة الوصل ، ويصبح جهد قاعدة الترانزستور Q_1 مساوياً تقريباً . (10.5 - 6.8V) أى : 3.7 V ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل ويقوم بتوصيل مدخل التمكين CE للمتكاملة بالأرضى، وفى نفس الوقت يفرغ المكثف C_1 شحنته فى المقاومة R_{14} ، وبعد زمن يساوى ثابت الزمن لدائرة RC ، والتى تساوى = $R_{14}\ C_1$ 10 ms فإن المكثف يكون قد فرغ شحنته، وتكون عملية البرمجة قد انتهت لهذه الكلمة.

والجدير بالذكر أن C_2 له نفس سعة C_1 ، ويقوم بالمحافظة على جهد مداخل البيانات ، ومدخل التمكين أثناء انقطاع التيار القادم من المصدر الكهربى عنهم ، كما يقوم الثنائى السليكونى D_1 بمنع تفريغ شحنة المكثف C_1 عبر الترانزستور Q_1 أثناء تحوله لحالة الوصل .

وفى الوضع الطبيعى يقوم D_2 بتخفيض جهد المصدر إلى 5.25V فى حين يقوم D_1 بتخفيض جهد المداخل إلى 4.5V تقريباً ؛ لأن جهد الدخل يجب ألا يتعدى 5V + ، وحيث إن عملية البرمجة تتم فى 10 ms أى أنه بعد إزالة الضغط عن الضاغط PB_1 تكون عملية البرمجة قد انتهت ، ويمكن تكرار عملية البرمجة 32 مرة لبرمجة جميع محتويات الذاكرة PROM طراز 74S188 .

ونحب أن نلفت نظر القارئ إلى أن عملية البرمجة تختلف من ذاكرة PROM لأخرى تبعاً لنوعية المخارج ، فبالنسبة لذاكرة PROM طراز 74S188 فإنها ذات مجمعات مفتوحة - Open Collector ، وهناك أنواع أخرى من الذاكرات لها مخارج ثلاثية الحالة Tristate وبالطبع لها طريقة أخرى فى البرمجة ، وعلى كل حال يمكن معرفة طريقة البرمجة من تعليمات الشركات المصنعة .

والجدير بالذكر أن ذاكرات PROM يقل استخدامها ؛ نظراً لأنها غير قابلة للتمسح ، فلا يمكن تغيير محتوياتها بعد برمجتها ، لذلك فإن ذاكرات EPROM تتفوق عليها فى هذا الجانب .



الشكل (١٠ – ١٠)

الدائرة رقم 8 :

الشكل (١٠ – ١١) يعرض دائرة لوحة إعلانات مبرمجة بثمانية مخارج تحتوى على ذاكرة PROM سعتها : 256 Bit (32 x 8) طراز 74SL188 .

عناصر الدائرة :

R_1 , R_3 مقاومات كربونية 5 k Ω .

R_2 مقاومة متغيرة 100 k Ω .

R_4 - R_{11} مقاومات كربونية 680 Ω .

R_{12} - R_{19} مقاومات كربونية 56 Ω .

R_{20} -R_{27} مقاومات كربونية 330 Ω .

R_{28} مقاومة كربونية 1k Ω .

C_1 مكثف كيميائى 10µf وجهده (10V).

C_2 مكثف سيراميك سعته 0.01 µf .

IC_1 مؤقت 555 .

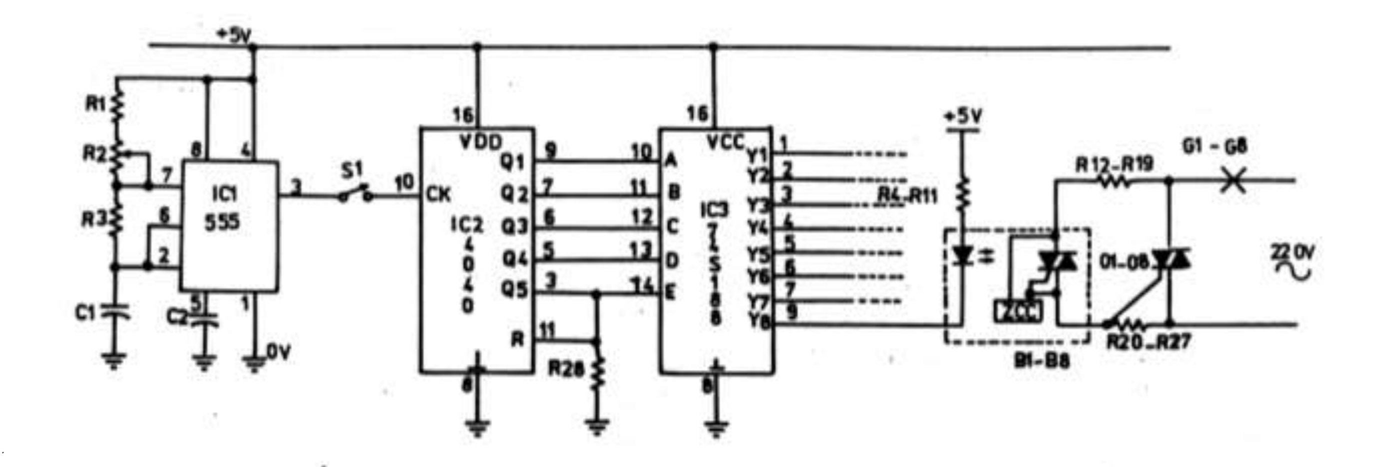
IC_2 دائرة متكاملة لعداد ثنائى طراز 4040 .

IC_3 دائرة متكاملة لذاكرة PROM طراز 74S188 .

B_1 - B_8 وحدات إرتباط ضوئية طراز MOC 3020 .

Q_1 - Q_8 ترياكات طراز BT 139 تتحمل تيار 8A .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .


+5V
R1
R2
R3
C1
C2
IC1
555
0V
S1
CK
VDD
IC2
4040
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
R
R28
VCC
IC3
74S188
A
B
C
D
E
Y1
Y2
Y3
Y4
Y5
Y6
Y7
Y8
R4-R11
+5V
ZCC
B1-B8
R12-R19
G1 - G8
01-08
R20-R27
220V

الشكل (١٠ - ١١)

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة يعمل المذبذب اللامستقر، المؤلف من المؤقت 555 بتردد يتراوح ما بين (0.4 : 3HZ) تبعاً لقيمة R_2 فى الدائرة ، وعند غلق المفتـاح S_1 تصل هذه النبضات لمدخل العداد 4040 ، فيعمل العداد وعند وصول النبضة الأولى لمدخل نبضات العداد (ck) ، وأثناء الحافة الهابطة يصبح خرج Q_1 عـاليـاً ، وهذا يكافئ 0 عشرياً ، وبالتالى تخرج على أطراف الذاكرة PROM الكلمة التى عنوانها 00000 .

وعند وصول النبضة الثانية لمدخل نبضات العداد IC_2 وأثناء الحافة الهابطة فإن حالة المخرج Q_2 تصبح عـاليـة ، وهذا يكافئ 1 عشرياً وبالتالى تخرج على ذاكرة PROM الكلمة التى عنوانها 00001 ، وهكذا .

والجدير بالذكر أنه يستخدم لكل مخرج من مخارج الذاكرة IC_3 ريلاى إستـاتيكى ؛ لتشغيل لمبات قدرة بقدرة 1750 W وتعمل عند جهد 220V .

ويلاحظ أن مدخل التحرير للعداد IC_2 وصل مع المخرج Q_5 للعداد نفسه حتى تتكرر دورة العد عند وصول خرج العداد 31 .

ويمكن الحصول على نماذج ضوئية مختلفة – تماماً – كما هو الحال فى الدائرة رقم 5.

الباب الحادى عشر

دوائـــــر متنـــــوعـــة

دوائـــــر متنـوعـة

١١/ ١ - دوائر متنوعة :

سنتناول فى هذا الباب مجموعة من الدوائر المتنوعة ، والتى يمكن تقسيمها إلى :

١ - دوائر أجهزة الاستشعار مثل : دوائر استشعار مستوى السوائل ، ودوائر استشعار الضوء .

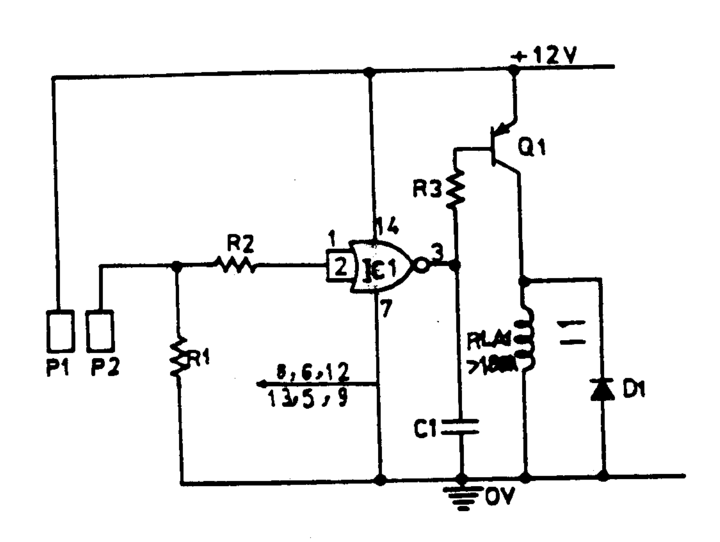
٢ - دوائر اكتشاف انعكاس الأوجه ، والتى تستخدم فى المصانع لفصل المصدر الكهربى عند انعكاس الاوجه ، والذى قد يؤدى لانعكاس اتجاه دوران المحركات الاستنتاجية .

٣ - دوائر اشارات المرور ، حيث سنكتفى بتناول الدائرة العملية لإشارة مرور المشاه المترجلين فى الطرق السريعة .

١١/١/ ١ - الدوائر العملية لأجهزة الاستشعار :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (١١ - ١) يعرض الدائرة العملية لجهاز استشعار مستوى السوائل .



الشكل (١١ - ١)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 1MΩ .

R_2 مقاومة كربونية 10k Ω .

R_3 مقاومة كربونية 10k Ω .

C_1 مكثف سيراميك سعته 100 nF .

D_1 ثنائى سليكونى طراز 1N 4001 .

Q_1 ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .

RLA_1 ريلاى يعمل عند جهد 12V، ومقاومته أكبر من 180 Ω .

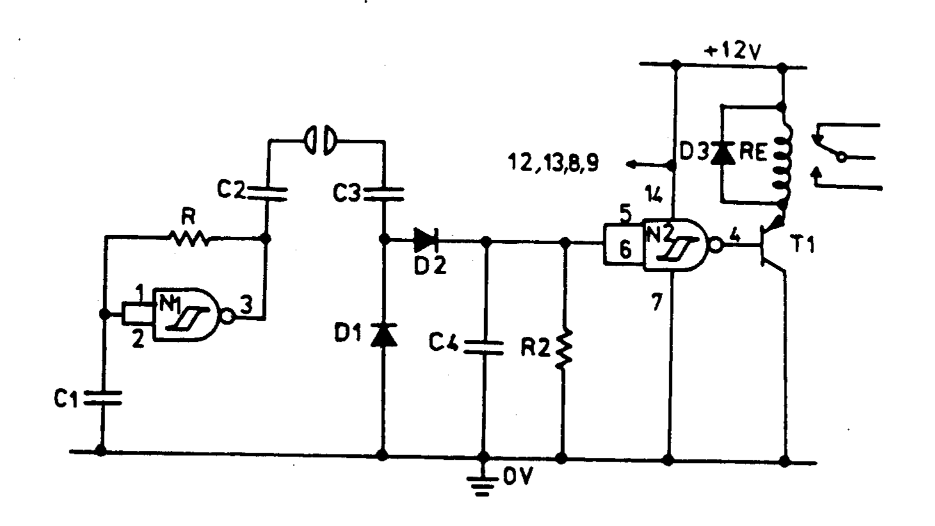
نظرية التشغيل :

عند وصول السائل لمستوى المجسات Probes يصبح دخل بوابة NOR المستخدمة والموصلة لكى تعمل كعاكس عالٍ ، وبالتالى يصبح خرجها منخفضاً، فيعمل Q_1 ، وبالتالى يعمل الريلاى RLA_1 والذى يعمل على غلق ريشته المفتوحة .

أما عند انخفاض مستوى السائل عند مستوى المجسات Probes فإن دخل العاكس المؤلف من بوابة NOR المستخدمة يصبح منخفضاً، وبالتالى يصبح خرج العاكس عالياً ، فيتحول Q_1 لحالة القطع وينقطع التيار الكهربى عن ملف RLA_1 ، وتعود ريشة الريلاى لحالتها الطبيعية ، ويعاب على هذه الدائرة حدوث تحليل كهروكيميائى للأقطاب probes نتيجة للتيار المستمر المار فى السائل ، الأمر الذى يؤدى لصدأ الأقطاب وقلة حساسيتها ، مما يستدعى الأمر لاستبدال الأقطاب بصفة دورية .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١١ – ٢) يعرض دائرة عملية أخرى لجهاز استشعار مستوى السوائل ، مزود بنظام لمنع التحليل الكيميائى لأقطابه .



الشكل (١١ - ٢)

عناصر الدائرة

R_1	مقاومة كربونيه 470K Ω
R_2	مقاومة كربونيه تتراوح مابين 10:22 M Ω
C_1-C_4	مكثفات سيراميك سعتها 2.2 nf
D_1 - D_4	ثنائيات سليكونيه طراز 1N4148
T_1	ترانزستور PNP طراز BC157 أو متكافئه
TC_1	دائرة متكامله تحتوى على بوابات Schmitt NAND طراز 40493
RE	ريلاى يعمل عند جهد 12V أو مقاومته اكبر من 180 Ω

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى للدائرة يعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من البوابه N_1 والمقاومة R_1 والملك؛ثف C_1 بتردد يساوى

$$F = \frac{0.9}{R_1 C_1} = 1.9 \text{ MHZ}$$

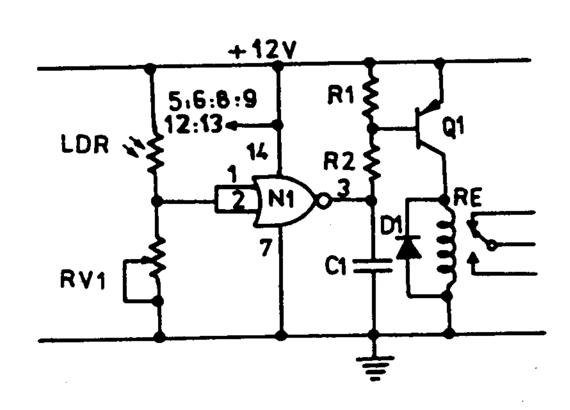
فعند وصول مستوى السائل لمستوى المجسمات Prbes يشحن المكثف C_4 خلال المكثفات C_2 C_3 والثنائى D_2 وبعد وصول جهد المكثف C_4 لجهد الحالة المنطقيه العالية يصبح خرج البوابه N_2 منخفضا فيعمل T_1 وتباعا يعمل الريلاى RE والذى يمكن استخدامه فى فصل ووصل مضخة ملئ الخزان ، وعند انخفاض مستوى السائل على مستوى السائل أقطاب الجهاز فإن المكثف C_4 يفرغ شحنته فى المقاومة R_2 وبالتالى يصبح خرج البوابة N_2 عاليـــــا ويتحول T_1 لحالة القطع وينقطع التيار الكهربى عن الريلاى RE وتعود ريش الريلاى لحالتها الطبيعية ، وتتميز هذه الدائرة بامرار تيار متغير (نبضات الساعة) فى السائل بدلا من التيار المستمر مما يمنع حدوث تحليل كهروكيميائى للأقطاب Probes فيزداد عمر الأقطاب .

الدائرة رقم 3 :

بالشكل (١١ – ٣) دائرة جهاز استشعار ضوء (خلية ضوئية) .

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة ضوئية 22 k Ω .
R_2	مقاومة ضوئية 10 k Ω .
RV_1	مقاومة متغيرة (انظر الشرح) .
LDR	مقاومة ضوئية تتراوح ما بين (2 k Ω : 2 MΩ) .
C_1	مكثف سيراميك سعته 100 nF .
Q_1	ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .
D_1	ثنائى سليكونى طراز 1N 4001 .
IC_1	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .
RLA	ريلاى يعمل عند جهد 12V ومقاومته أكبر من 180 Ω.



الشكل (١١ – ٣)

نظرية التشغيل :

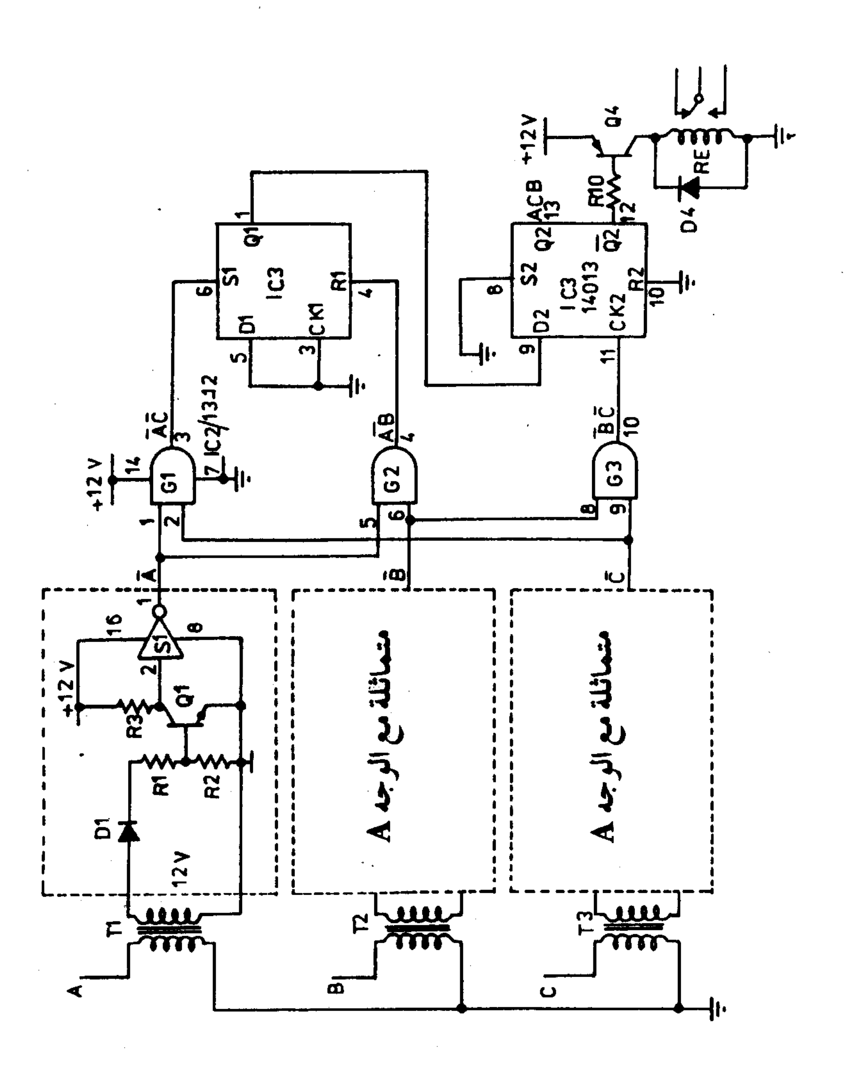
يوصل مدخل العاكس المشكل من البوابة N_1 بمجزىء جهد يتكون من المقاومة الضوئية LDR والمقاومة المتغيرة RV_1 .

فعندما يكون مستوى الضوء أعلى من مستوى عمل الجهاز ، فإن مقاومة LDR تكون حوالى 2kΩ ، وبالتالى يكون دخل العاكس عالياً مما يؤدى إلى تحول خرج البوابة N_1 لمنخفض، وتباعاً يتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل ، وتنعكس ريش الريلاى RE ، وعندما يكون مستوى الضوء أقل من المستوى اللازم لعمل الريلاى RE فإن مقاومة LDR تكون حوالى 2M Ω ، وبالتالى يكون دخل N_1 منخفضاً ، وتباعاً يكون خرج البوابة N_1 عالياً، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع ، وينقطع التيار الكهربى عن الريلاى RE ، وتعود ريشة الريلاى القلاب لوضعها الطبيعى .

والجدير بالذكر أن المقاومة المتغيرة RV_1 تختار بحيث تحدث اتزان مع المقاومة الضوئية LDR أما المكثف C_1 فيعمل على تحقيق اتزان للبوابة N_1 .

٢/١/١١ – اكتشاف انعكاس الأوجه :

الشكل (١١ – ٤) يبين دائرة التحكم الرقمية المستخدمة فى انعكاس تتابع الأوجه الثلاثة لمصدر كهربى ثلاثى الأوجه .



متماثلة مع الوجه A
متماثلة مع الوجه A
T1
T2
T3
D1
R1
R2
R3
Q1
S1
+12 V
12V
G1
G2
G3
IC2/13.12
IC3
14013
Q4
R10
RE
D4

الشكل (١١-٤)

عناصر الدائرة :

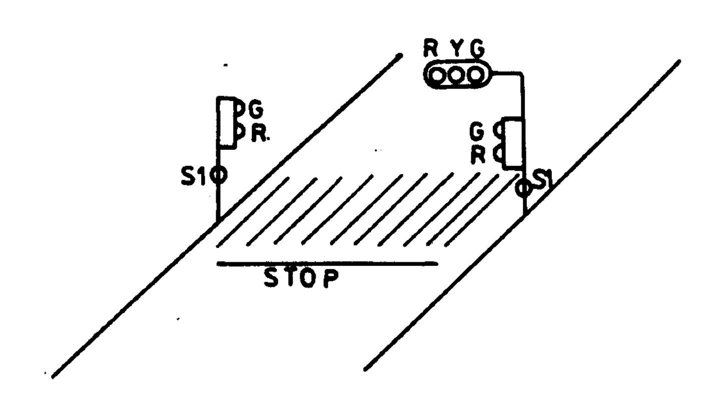
$R_1 - R_9$	مقاومات كربونية $100\ k\ \Omega$.
R_{10}	مقاومة كربونية $15\ k\ \Omega$.
$D_1 - D_3$	ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .
$Q_1 - Q_3$	ترانزستورات NPN طراز MPS 5172 .
Q_4	ترانزستور PNP طراز 2 N 4121 .
IC_1	دائرة متكاملة طراز MC 14572 تحتوى على ستة عواكس .
IC_2	دائرة متكاملة طراز MC 14572 تحتوى على أربع بوابات AND .
IC_3	دائرة متكاملة طراز MC 14013 تحتوى على قلابى D .
$T_1 - T_3$	ثلاثة محولات خفض 380/12V وسعتها 12VA .

نظرية التشغيل :

من المعروف أن انعكاس تتابع الأوجه يؤدى لانعاكس اتجاه دوران المحركات الاستنتاجية الثلاثية الأوجه ، كما أن هناك الكثير من الأحمال التى قد تتلف عند انعكاس اتجاهها ، مثل : أجهزه التبريد والتكييف الأمر الذى يستلزم تجنب انعكاس تتابع الأوجه، وفى الدائرة التى بصددها يستخدم ثلاثة محولات $T_1 - T_3$ لخفض جهد الأوجه الثلاثة من 12V / 220V ، ويتم توحيد نصف موجى لخرج هذه المحولات بواسطة الثنائيات $D_1 - D_3$ ، وتحويل الموجات الموحدة إلى موجات مربعة باستخدام الترانزستورات $Q_1 - Q_3$ ، ثم عكس خرج الترانزستورات $Q_1 - Q_3$ باستخدام ثلاث عواكس $S_1 - S_3$، وتجميع خرج العواكس $\overline{A}, \overline{B}, \overline{C}$ للحصول على $\overline{A}\overline{C}, \overline{A}\overline{B}, \overline{B}\overline{C}$ ، بواسطة ثلاث بوابات AND $(G_1 - G_3)$ وباستخدام قلابى D يمكن الحصول على إشارة عالية عند التتابع ABC (المخرج Q_2) ، وإشارة عالية عند التتابع ACB (المخرج $\overline{Q}_2$) ، والمستخدم فى التحكم فى الترانزستور Q_4 . فعندما تكون حالة الإشارة ABC منخفضة يعنى هذا ان تتابع الاوجه معكوسة ، فيعمل الترانزستور Q_4 على توصيل التيار الكهربى للريلاى RE ، والذى يقوم بدوره بفصل التيار الكهربى عن كونتاكتورات الأحمال لفصلها .

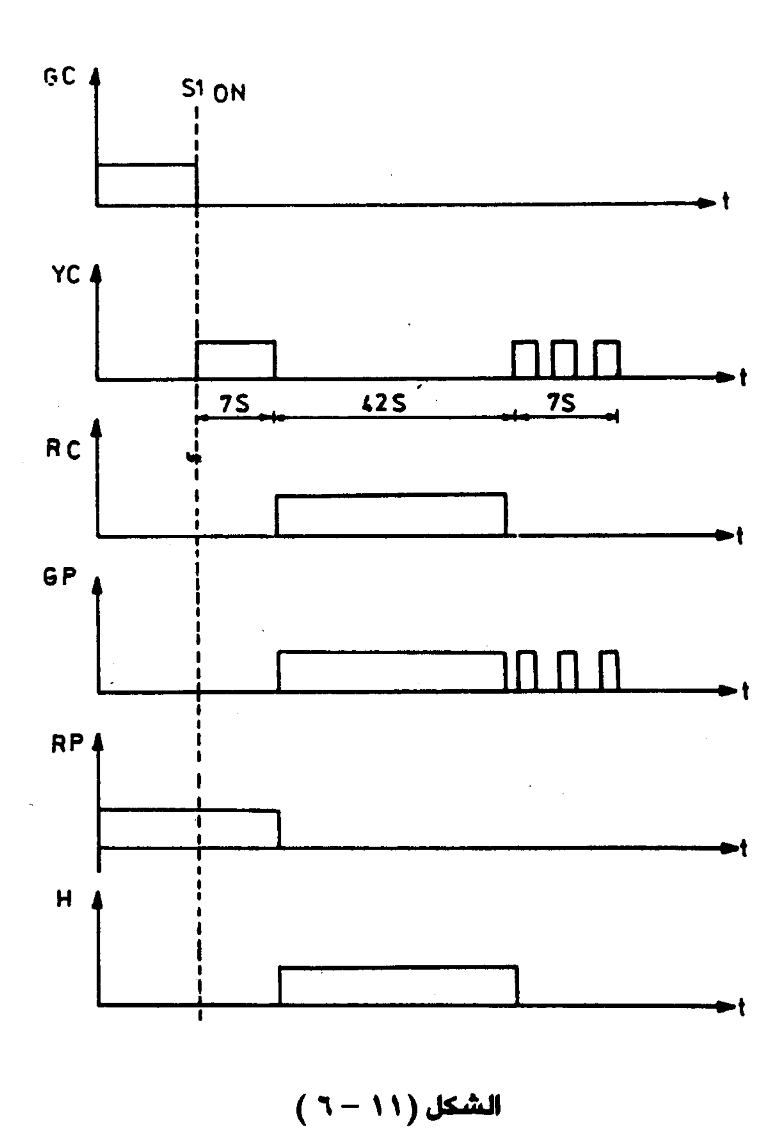
١١/١/ ٣ - إشارة مرور الطرق السريعة :

الشكل (١١ - ٥) يعرض المخطط التكنلوجى لإشارة مرور الطرق السريعة ، وهذه الإشارة توضع فى الطرق السريعة التى يقل فيها الأشخاص المترجلون ويوضع بجوار هذه الإشارة ضاغط، وفى الظروف المعتادة تكون الإشارة خضراء للسيارات G_C وحمراء للمشاة R_P ، أما عندما يقوم أحد المشاة بالضغط على الضاغط المثبت على الإشارة S_1 تبدأ دورة مرور المشاة فتضئ إشارة السيارات الصفراء Y_C لمدة 7S ، ثم يضئ كل من إشارة السيارات الحمراء R_C، وإشارة المشاة الخضراء G_P و لمدة 42 S ، وفى نفس الوقت يعمل بوق التنبية H ، وبعد ذلك تضيئ G_p , Y_C بتقطع لمدة 7S ، وبذلك تكون دورة مرور المشاة قد انتهت ، لتعود الإشارة للحالة الطبيعية ، أى تكون إشارة السيارات الخضراء G_C مضيئة وإشارة المشاة الحمراء R_P مضيئة



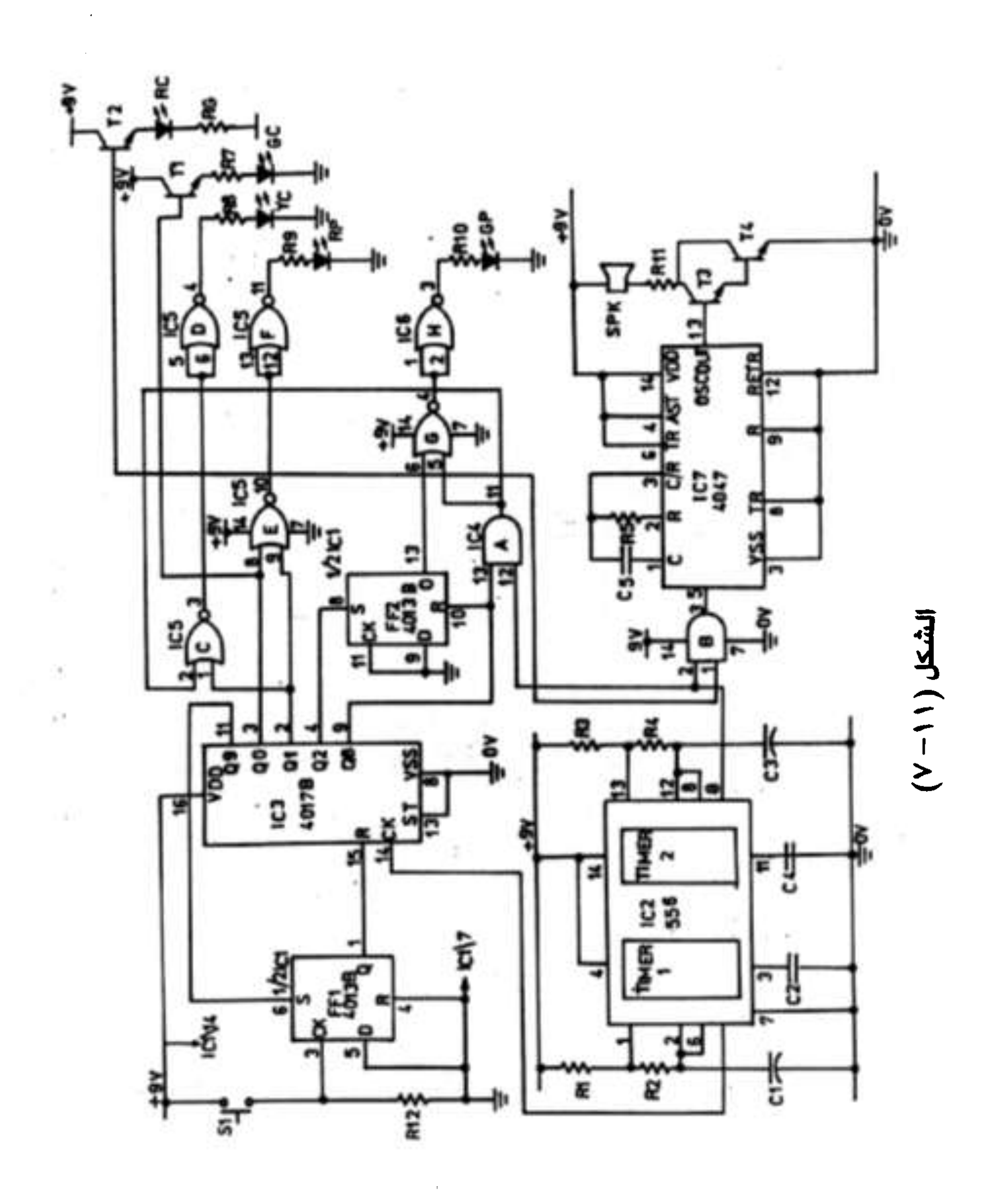
الشكل (١١ - ٥)

والشكل (١١ - ٦) يبين المخطط الزمنى لهذه الإشارة عند الضغط على ضاغط عبور المشاة S_1 .



الشكل (١١ – ٦)

والشكل (١١ – ٧) يعرض الدائرة الرقمية لهذه الإشارة .


IC3
4017B
IC2
556
TIMER 1
TIMER 2
IC7
4047
FF1
4013B
FF2
4013B
SPK
+9V
0V

الشكل (١١ – ٧)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 1 M Ω .
R_2	مقاومة كربونية 100 Ω .
R_3	مقاومة كربونية 47 k Ω .
R_4	مقاومة كربونية 220 k Ω .
R_5	مقاومة كربونية 4.7 k Ω .
R_6 - R_{10}	مقاومات كربونية 680 Ω .
C_1	مكثف كيميائى سعته 10μf وجهده 16V .
C_2	مكثف سيراميك سعته 0.01μf .
C_3	مكثف كيميائى سعته 1μf وجهده 16V .
C_4	مكثف كيميائى سعته 0.01μf وجهده 16V .
C_5	مكثف كيميائى سعته 0.1 μf وجهده 16 V .
T_1 - T_4	ترانزستورات NPN طراز ZTX 300 .
IC_1	دائرة متكاملة لقلاب D طراز 4013 B .
IC_2	دائرة متكاملة لمؤقت مزدوج طراز 556 .
IC_3	دائرة متكاملة لعداد عشرى طراز 4017 B .
IC_4	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 4011 B .
IC_5	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .
IC_6	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001 B .
IC_7	دائرة متكاملة لمذبذب لامستقر طراز 4047 .
SPK	سماعة مقاومتها (80 : 25 Ω) .
G_C , G_P	ثنائيات مشعة قياسية خضراء .

Y_C ثنائى مشع قياسى أصفر

R_P , R_C ثنائيات مشعة قياسة حمراء .

نظرية التشغيل :

فى الوضع الطبيعى تخرج من المخرج 5 للمؤقت المزدوج IC_2 نبضات مربعة ترددها يساوى:

$$F = \frac{1.44}{C_1 (R_1 + 2 R_2)} = 0.144 \text{ Hz}$$

وعندما تكون حالة مدخل التحرير R للعداد IC_3 منخفضة ، فإن هذا العداد سوف يبدأ بعد النبضات ، وتتغير حالة مخارج العداد تبعاً للخرج الثنائى للعداد ، وعندما تصبح حالة المخرج Q_9 للعداد عالية تصبح حالة مدخل الإمساك S للقلاب FF_1 عالية ، فيحدث إمساك للقلاب (تشغيل غيرمتزامن) وتصبح حالة المخرج Q للقلاب FF_1 عاليا، وتباعاً تصل إشارة عالية لمدخل نبضات العداد IC_3 ، فتعود جميع مخارج العداد للحالة المنخفضة عدا المخرج Q_0 ، فيضئ الثنائى المشع الأخضر G_C وأيضاً يضئ الثنائى المشع الاحمر R_P ، وهذا يمثل الحالة الطبيعية أى سير السيارات وتوقف المشاة .

وحيث إن حالة الأرجل S, R للقلاب FF_1 منخفضة ، فإن القلاب يعمل عند وصول أى نبضة لمدخل النبضات ck .

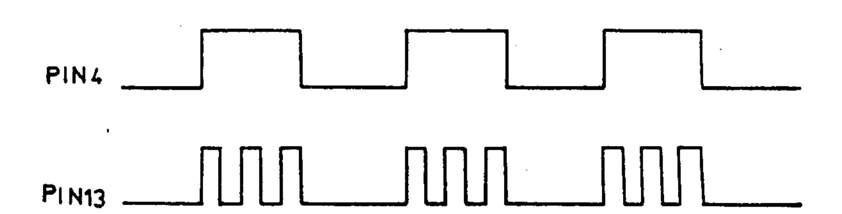
وعندما يقوم أحد المشاة بالضغط على S_1 تصبح حالة المدخل ck للقلاب FF_1 عالية ، وعند الحافة الصاعدة تنتقل حالة المدخل D إلى المخرج Q ، وبالتالى تصبح حالة المخرج Q منخفضة ، وتبدأ عملية العد مرة أخرى فعند وصول النبضة الأولى للعداد IC_3 تصبح حالة المخرج Q_1 عالية ، وبالتالى تصبح حالة خرج البوابة D عالية ، وخرج البوابة F عالياً، فيضىء كل من G_C , Y_C ، وعند وصول النبضة الثانية تصبح حالة المخرج Q_2 مرتفعة ، وبالتالى يصبح خرج القلاب FF_2 عالياً ، (تشغيل غير متزامن) ، وتباعاً يصبح خرج البوابة H عالياً ، ويضئ الثنائى المشع G_P للسماح بمرور المشاة ، وفى نفس الوقت فإن خرج البوابة B يصبح مماثلاً لخرج المذبذب اللامستقر الثانى المؤلف من المؤقت الثانى للدائرة المتكاملة 556 والذى تردده يساوى:

$$F = \frac{1.44}{C_3 (R_3 + 2 R_4)} = 3 \text{ HZ}$$

وعند دخول هذه النبضات للمدخل 4 للمذبذب اللامستقر IC_7 المشكل من الدائرة المتكاملة 4047 ، يصبح تردد الخرج مساوياً :

$$F = \frac{0.23}{R_5\, C_5} = 490\ Hz$$

والشكل (١١ - ١) يبين شكل النبضات الداخلة والخارجة من المذبذب اللامستقر IC_7 .



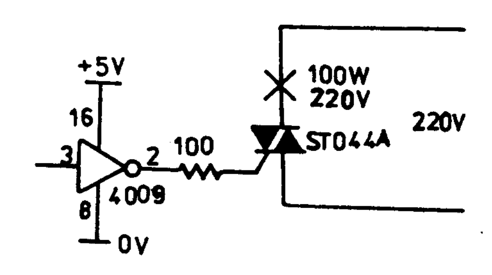
الشكل (١١ - ٨)

ويتحول كل من T_3 , T_4 لحالة الوصل والفصل بنفس التردد الخارج من IC_7 ، فيصدر صوت صفارة مرتفعة من السماعة SPK ، وعند وصول النبضة الثامنة لمدخل العداد IC_3 تصبح حالة المخرج Q_7 للعداد عالية ، وبالتالى تصل إشارة عالية لمدخل التحرير (R) للقلاب FF_2، فتصبح حالة مخرج القلاب منخفضة ، وينطفىء كل من R_C , G_P فى حين يصبح خرج البوابة A مماثلاً لنبضات الساعة الخارجة من المذبذب الثانى للمتكاملة IC_2 ، والذى ترددها 3 HZ ، وتنتقل هذه النبضات لمدخل البوابة G فتنتقل كما هى لمخرج البوابة H ليضئ الثنائى المشع G_p لمدة 7S بضوء متقطع ، وكذلك تنتقل هذه النبضات للمدخل 2 للبوابة C، فتنتقل هذه النبضات لمخرج البوابة D ، ويضئ الثنائى المشع Y_C هو الآخر بضوء متقطع لمدة 7S .

وعند وصول النبضة التاسعة لمدخل نبضات العداد IC_3 تصبح حالة المخرج و Q للقلاب FF_1 عاليه وبالتالى يحدث امساك للقلاب FF_1 وتصبح حالة المخرج Q للقلاب FF_1 عالية ، وبالتالى يتحرر العداد وتعود الإشارة الضوئية للحالة الطبيعية ، أى يضئ كل من R_p, G_C .

والجدير بالذكر أنه يمكن استبدال الترانزستورات والثنائيات المشعة والمقاومات R_{10} - R_6

بستة ريلاهات إستكاتيكية كالمبينة بالشكل (١١ – ٩).



الشكل (١١ – ٩)

الباب الثانى عشر

المحـــــركات الخطويـــــــة

Stepper Motors



المحركات الخطوية Stepper Motors

١٢/ ١ - مقدمة :

المحرك الخطوى يتم التحكم فيه بواسطة إشارات رقمية ، ويدور هذا المحرك حركة زاوية فى اتجاه عقارب الساعة ، أو عكس عقارب الساعة عند وصول نبضات كهربية إلى ملفاته بتتابع معين ، ستتضح فيما بعد .

وتستخدم المحركات الخطوية فى التحكم فى الروبتات Robets ، والمعدات العسكرية ، وطاولات الفرائز والمقاشط ، وطاولات التقسيم المستخدمة فى ورش الإنتاج ، والآت الطباعة المستخدمة مع أجهزة الكومبيوتر .... إلخ .

وتمتاز المحركات الخطوية بأنها يمكن أن تعمل بدقة عالية بدون الحاجة إلى التغذية المرتجعة Feedback للموضع كما هو الحال فى باقى المحركات المعروفة .

والشكل (١٢ - ١) يبين طاولة تتحرك فى اتجاهين (محور X ومحور Y) تستخدم محركين خطويين ، والجدير بالذكر أن أكبر عدد للخطوات Steps التى يمكن الحصول عليها من المحركات الخطوية هو : 200 خطوة فى اللفة الواحدة ، ولا يمكن زيادة عدد الخطوات عن هذه القيمة لوجود قيود ميكانيكية تمنع هذا ، ولكن أمكن التغلب على ذلك الكترونيا وذلك بالتشغيل بخطوات كاملة ، وبانصاف خطوات ، وبأجزاء متناهية الصغر من الخطوة .

ويمكن تقسيم المحركات الخطوية حسب نوع العضو الدوار إلى :

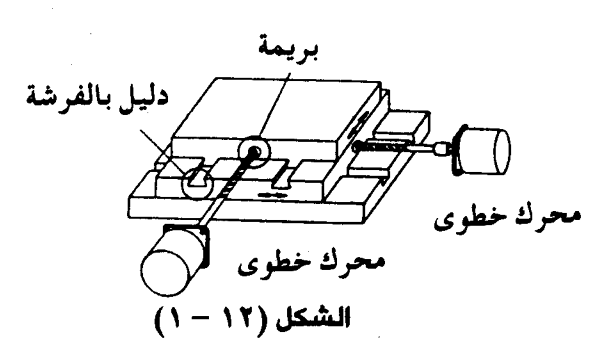
١ - محركات بعضو دوار له ممانعة مغناطيسية متغيرة Variable Reluctance (VR) .

٢ - محركات لها عضو دوار بمغناطيس دائم Permanent magnet (PM) .

ويمكن تقسيم المحركات الخطوية حسب عدد الأوجه إلى :

- محركات خطوية بوجهين .
- محركات خطوية بثلاثة أوجه .
- محركات خطوية بأربعة أوجه .

وتتوفر المحركات الخطوية بقدرات أقل من 1KW وبسرعات لا تزيد عن 3000 RPM .



الشكل (١٢ - ١)

٢/١٢ - تركيب ونظرية عمل المحركات الخطوية VR ذات الأربعة أوجه :

الشكل (١٢ - ٢) يبين تركيب ونظرية عمل محرك خطوى نوع VR بأربعة أوجه 4-Phase والعضو الثابت له ثمانية أقطاب بارزة فى حين أن العضو الدوار له ثمانية أسنان بارزة . فكل قطبين متقابلين من أقطاب العضو الثابت تمثل وجهاً، ويوصلان معاً بحيث يكون أحد القطبين شمالياً N تخرج منه خطوط الفيض المغناطيسى والآخر جنوبياً S تدخل إليه خطوط الفيض المغناطيسى .

الشكل (١٢-٢)

فعند وصول تيار كهربى للوجه AA يتدفق الفيض المغناطيسى من القطب الشمالى (العلوى) إلى القطب الجنوبى (السفلى) من خلال أقصر طريق ممكن ماراً بالعضو الدوار .

وحتى نحصل على أقصر مسار ممكن للفيض المغناطيسى يتحرك العضو الدوار ، بحيث يكون أقرب زوج من أسنان العضو الدوار فى مقابلة الوجه AA كما بالشكل (أ) ، وعند انقطاع التيار الكهربى عن الوجه AA ، ووصوله للوجه BB يدور العضو الدوار بحيث يكون

أقرب زوج من أسنان العضو الدوار فى مقابلة الوجه BB ، وهكذا . والشكل (١٢ - ٣) يبين طريقة الحصول على دوران مستمر فى اتجاه عقارب الساعة وعكس اتجاه عقارب الساعة لمحرك خطوى بأربعة أقطاب نوع VR .

فالشكل (أ) يبين تتابع وصول الإشارات الرقمية للأوجه AA, BB, CC, DD للدوران فى اتجاه عقارب الساعة فى حين أن الشكل (ب) يبين تتابع وصول الإشارات الرقمية للأوجه الأربعة للدور ان عكس اتجاه عقارب الساعة ؛ علماً بأن تتابع وصول الإشارات الرقمية تتكرر طوال فترة تشغيل المحرك الخطوى .

وتعتمد قيمة زاوية الخطوة الواحدة على عدد الأوجه وعدد أسنان العضو الدوار ، وهذا سيتضح من المعادلة التالية :

$$\Theta = \frac{360}{Pn} = 12.1$$

حيث إن :

زاوية الخطوة Θ .

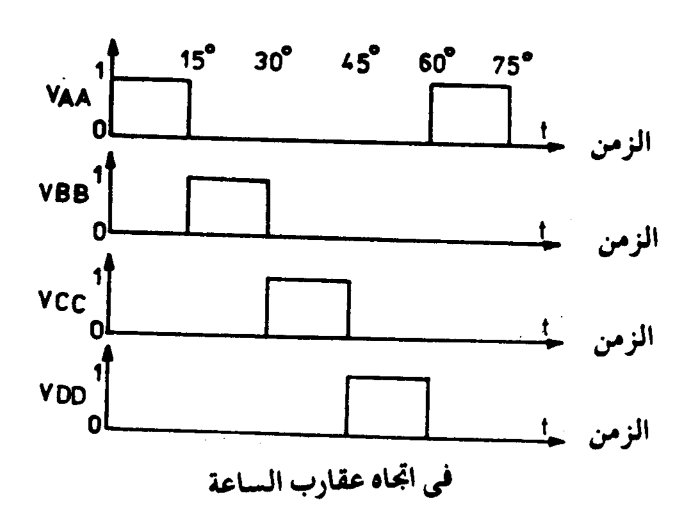
عدد الأوجه أو الأقطاب P .

عدد أسنان العضو الدوار n .

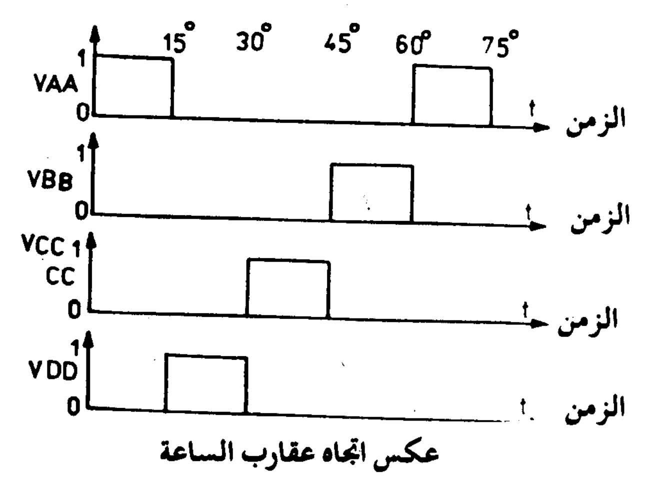
أى أن زاوية الخطوة للمحرك الخطوى VR المبين بالشكل (١٢ - ٢) تساوى :

$$\Theta = \frac{360}{4 X 6} = 15^0$$

وكذلك فإن عدد الخطوات فى اللفة الكاملة يساوى Pn أى يساوى : 24 فى هذه الحالة .



في اتجاه عقارب الساعة



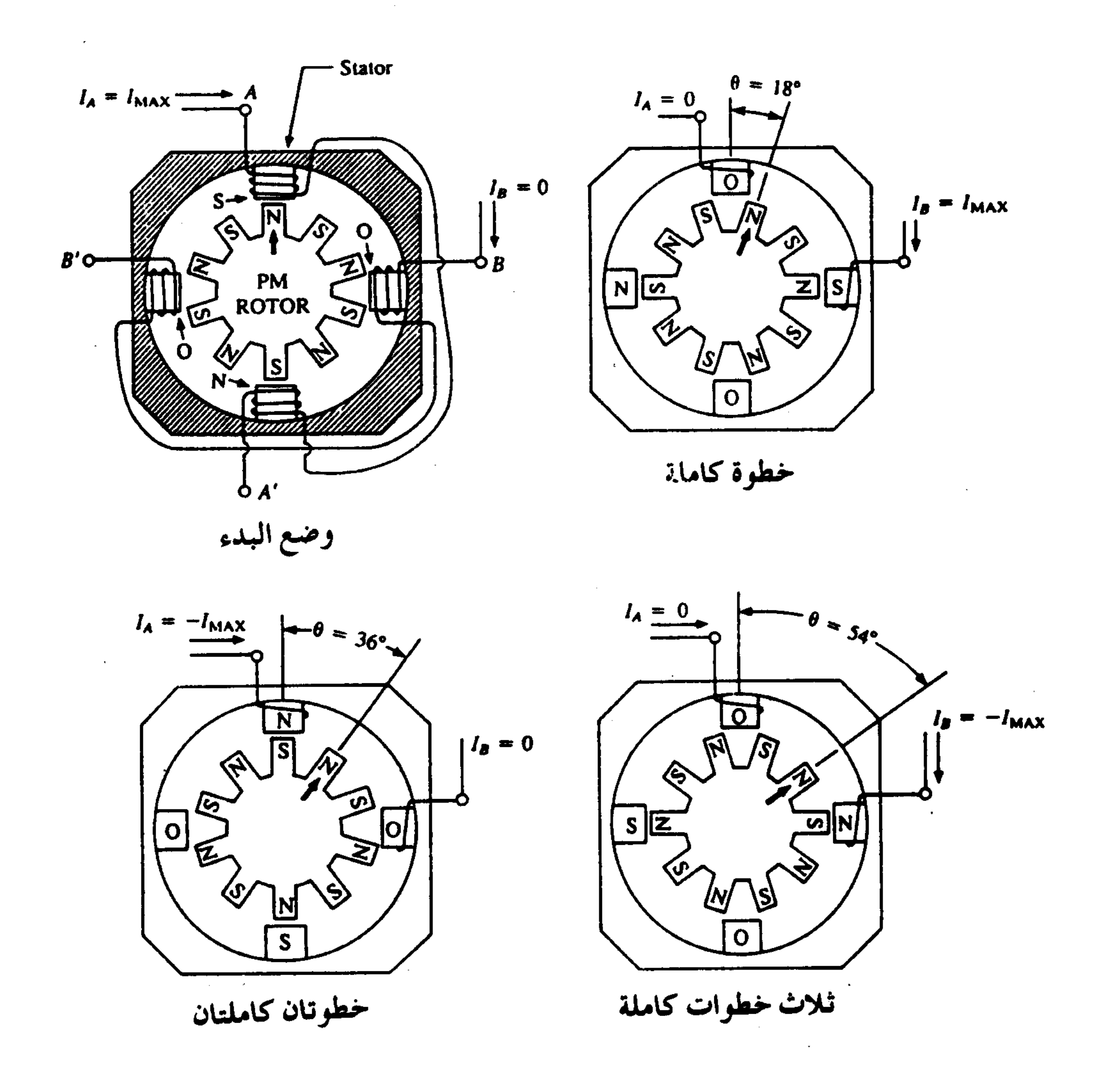
عكس اتجاه عقارب الساعة

الشكل (١٢ - ٣)

١٢/ ٣ - تركيب ونظرية عمل المحركات الخطوية PM ذات الوجهين :

الشكل (١٢ - ٤) يعرض طريقة تشغيل الخطوة الكاملة لمحرك خطوى له عضو دوار بمغناطيس دائم وبوجهين ، حيث يحتوى على أربعة أقطاب ملفوفة فى العضو الثابت ، ويوصل كل ملفين معاً ليشكلاً وجهاً ، وعدد أسنان العضو الدوار 10 وبالتالى فإن زاوية الخطوة تساوى :

$$\Theta = \frac{360}{Pn} = \frac{360}{4 X 6} = 18^0$$



الشكل (١٢ - ٤)

والجدول (١٢ - ١) يبين تتابع التشغيل للدوران فى اتجاه عقارب الساعة **CW** بخطوات كاملة **Full Step** .

الجدول (١٢ - ١)

الخطوة	الزاوية	$I_A/Imax$	$I_B/Imax$
0	0	1	0
1	18	0	1
2	36	-1	0
3	54	0	-1

حيث إن :

تيار الوجه A I_A

تيار الوجه B I_B

أقصى تيار للمحرك   Imax

حيث يسمح بمرور تيار كهربى موجب فى الملف AÀ أى يكون اتجاه مرور التيار من A إلى À وتكون قيمة هذا التيار مساوية التيار الأقصى للمحرك ، فيصبح القطب العلوى جنوبى S والقطب السفلى شمالى N فيتحرك العضو الدوار بحيث يكون القطب الجنوبى للعضو الثابت فى مواجهة أقرب الأقطاب الشمالية للعضو الدوار ، وبالمثل يصبح القطب الشمالى للعضو الثابت فى مواجهة أقرب الأقطاب الجنوبية للعضو الدوار، ويسمى هذا بوضع البدء ، وعند وصول تيار موجب للملف BB̀ قيمته تساوى التيار الأقصى للمحرك Imax يدور المحرك بزاوية 18^o فى اتجاه عقارب الساعة ، وعند وصول تيار سالب للملف AÀ أى يكون مرور التيار من À إلى A بحيث يكون هذا التيار مساوياً التيار الأقصى Imax للمحرك، يتحرك المحرك زاوية ثانية ، لتصبح زاوية الدوران الكلية من الوضع الابتدائى 36^o وعند وصول تيار سالب للملف BB يساوى التيار الأقصى Imax يدور المحرك خطوة ثالثة فى اتجاه عقارب الساعة ، وتكون زاوية الدوران الكلية 54^o من الوضع الابتدائى ويمكن استمرار دوران المحرك فى اتجاه عقارب الساعة بتكرار هذه الخطوات الأربع .

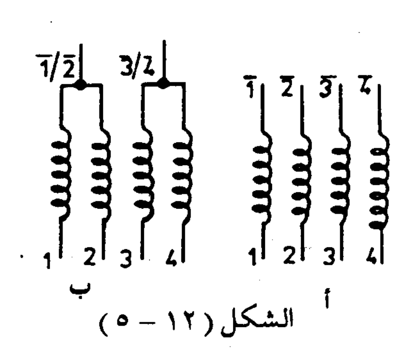
يمكن تشغيل المحرك الخطوى PM ذو الوجهين الذى استعرضناه فى الشكل (١٢ - ٤) تشغيلاً نصف خطوى Half Step بتحقيق تتابع وصول تيار الوجه A, B كما هو مبين بالجدول (١٢ - ٢) .

الجدول (١٢ - ٢)

نصف خطوة	الزواية	I_A/ Imax	I_B/ Imax
0	0	1	0
1	9	0.707	0.707
2	18	0	1
3	27	-0.707	0.707
4	36	-1	0
5	45	-0.707	-0.707
6	54	0	-1
7	63	0.707	-0.707

٤/١٢ - تركيب ونظرية عمل المحركات الخطوية PM ذات الأربعة أوجه :

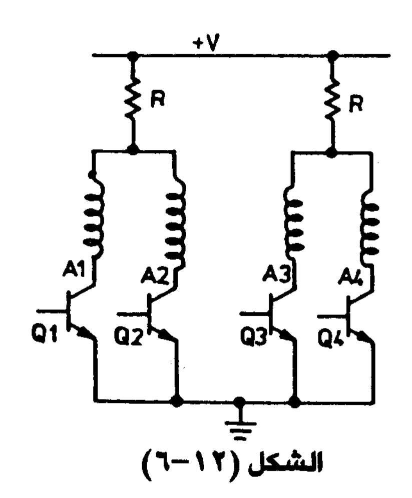
تتشابة المحركات الخطوية PM ذات الأربعة أوجه مع المحركات الخطوية PM ذات الوجهين فى التركيب عدا أنه فى حالة الأربعة أوجه يكون كل ملف من الملفات الأربعة مستقلاً بذاته . ويكون المحرك الخطوى PM ذو الأربعة أوجه بثمانية أطراف أو ستة أطراف ، كما هو مبين بالشكل (١٢ - ٥) .



الشكل (١٢ - ٥)

ففى الشكل (أ) أربعة ملفات مستقلة، وفى الشكل (ب) أربعة ملفات كل ملفين لهما نقطة مشتركة ، وهذا النوع يمكن استخدامه كمحرك بوجهين بدون استخدام نقطة المنتصف، وكمحرك بأربعة أوجه باستخدام نقطة المنتصف .

أما الشكل (١٢ - ٦) فيبين طريقة التحكم فى تشغيل محرك بأربعة أوجه وله ستة أطراف توصيل باستخدام أربعة ترانزستورات Q_1 - Q_4 .



الشكل (١٢-٦)

والجدول (١٢ – ٣) يبين تتابع تشغيل الترانزستورات للدوران بخطوات كاملة .

الجدول (١٢ – ٣)

رقم الخطوة	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
0	1	0	1	0
1	0	1	1	0
2	0	1	0	1
3	1	0	0	1

فيدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة CCW عند اتباع التتابع التالى : 3 ثم 2 ثم 1 ثم 0 ثم 3 ثم 2 ، وهكذا . ويمكن استمرار الدوران فى اتجاه عقارب الساعة باتباع التتابع التالى : 0 ثم 1 ثم 2 ثم 3 ثم 0 وهكذا .

والجدول (١٢ – ٤) يبين تتابع تشغيل الترانزستورات لتشغيل المحرك تشغيلا نصف خطوى.

فيدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة CCW باتباع التتابع التالى :
7 ثم 6 ثم 5 ثم 4 ثم 3 ثم 2 ثم 1 ثم 0 ثم 7 ، وهكذا . فى حين يدور المحرك فى اتجاه عقارب الساعة CW باتباع التتابع التالى : 0 ثم 1 ثم 2 ثم 3 ثم 4 ثم 5 ثم 6 ثم 7 ثم 0 ، وهكذا .

الجدول (١٢ - ٤)

رقم الخطوة	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
0	1	0	1	0
1	1	0	0	0
2	1	0	0	1
3	0	0	0	1
4	0	1	0	1
5	0	1	0	0
6	0	1	1	0
7	0	0	1	0

١٢/ ٥ - المصطلحات الفنية المستخدمة مع المحركات الخطوية :

فيما يلى أهم متغيرات المحركات الخطوية :

١ - استجابة الخطوة Step Response ، وهو الزمن المار من لحظة وصول إشارة التشغيل إلى لحظة دوران المحرك ، وتقاس عادة بالمللى ثانية .

٢ - المعدل الخطوى Stepping Rate وهو أقصى عدد من الخطوات التى يعملها المحرك فى الثانية .

٣ - زاوية الخطوة Step angle وهى الزاوية التى يعملها المحرك فى الخطوة الواحدة ، وتعتمد زاوية الخطوة على عدد أقطاب كل من العضو الثابت والعضو الدوار ويمكن حسابها من المعادلة التالية :

$$\Theta = \frac{360}{Pn} \rightarrow 12.1$$

حيث إن :

زاوية الخطوة Θ .

عدد الأوجه أو الأقطاب P .

عدد أسنان العضو الدوار n .

٤ – سرعة العضو الدوار

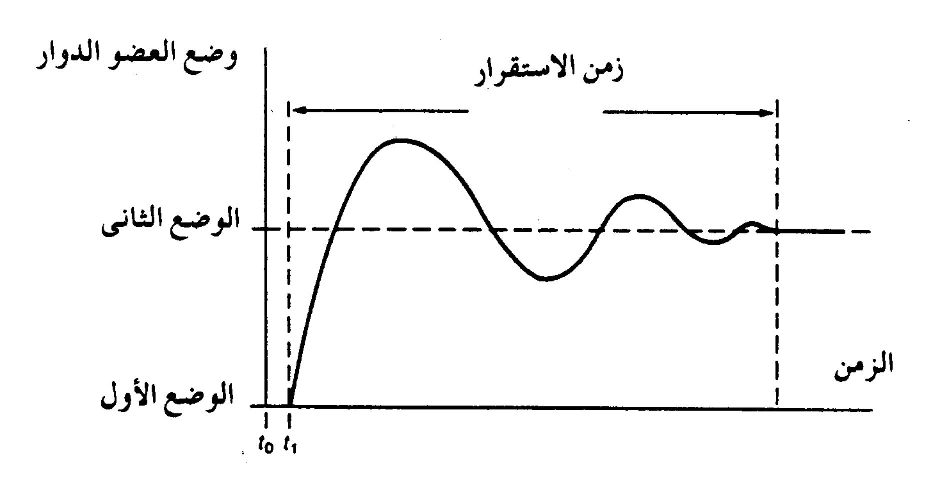
$$N = \frac{\Theta . S / S}{6} \rightarrow 12.2$$

حيث إن :

عدد اللفات فى الدقيقة N .

عدد الخطوات فى الثانية S / S .

زاوية الخطوة Θ .



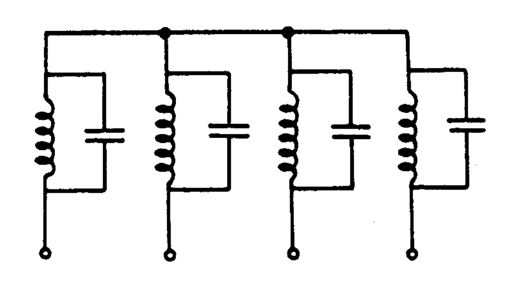
الشكل (١٢ – ٧)

والجدير بالذكر أنه يمكن زيادة سرعة المحرك الخطوى بزيادة تردد نبضات التشغيل ، ولكن هذه الزيادة قد تؤدى لحدوث تجاوز Overshoot كما هو مبين بالشكل (١٢ – ٧) .

فعند الزمن to يكون المحــرك فى الوضع الأول ، وعند الزمن t_1 تصل نبضة لملف العضو الثابت المناسب لعمل خطوة للوضع الثانى 2 .

والجدير بالذكر أن المحرك لن يصل إلى الوضع الثانى لحظياً ، ولكن يصل للوضع الثانى بعد انتهاء زمن الاستقرار ، فخلال هذا الزمن يحدث تذبذب للمحرك حول الوضع الثانى .

ففى بعض التطبيقات يكون من الضرورى تقليل زمن الاستقرار ، وهناك عدة طرق لخمد حركة العضو الدوار للمحركات الخطوية أهمها : الخمد بالمكثف Capacitive damp حيث يوصل مكثف بالتوازى مع الملفات كما هو مبين بالشكل (١٢ – ٨) .



الشكل (١٢ – ٨)

١٢ / ٦ – حالات تشغيل المحركات الخطوية Modes of operation :

هناك عدة حالات مختلفة لتشغيل المحركات الخطوية وهى كما يلى :

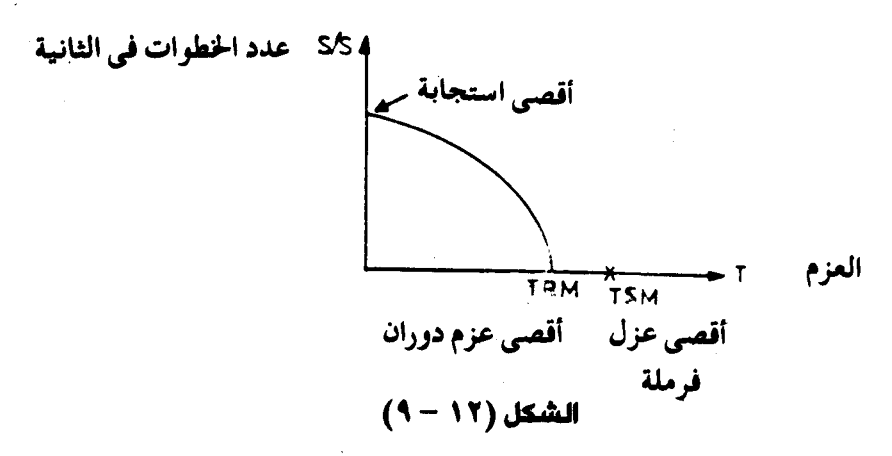
١ – حالة التحرير Reset Mode ، فعندما ينقطع التيار الكهربى عن ملفات العضو الثابت للمحرك الخطوى نوع PM يظل العضو الدوار فى مكانه نتيجة للتفاعل بين المجال المغناطيسى الدائم للعضو الدوار ، وملفات العضو الثابت وهذه الخاصية جيدة عند الحاجة لمعرفة الوضع الأخير عند انقطاع التيار الكهربى .

٢ – حالة التوقف بفرملة Stall Mode ، وتحدث عندما تصل إشارة لملفات العضو الثابت للمحرك الخطوى نوع PM أو AR ، ولا يحدث دوران .

٣ – حالة الحركة فى الاتجاهين Bidirectional Mode ، فعادة تعمل المحركات الخطوية بأقصى سرعة للمحرك فى الاتجاهين بدون فقد للخطوة.

٤ – حالة الإمالة Slewing ، وهى حالة الدوران المستمر للمحرك الخطوى فى اتجاه واحد .

والشكل (١٢ – ٩) يبين العلاقة بين عدد الخطوات فى الثانية ، وعزم المحرك الخطوى نوع PM ، ويلاحظ أنه كلما ازدادت عدد الخطوات فى الثانية قل العزم والعكس بالعكس .



الشكل (١٢ – ٩)

١٢/ ٧ – مميزات وعيوب المحركات الخطوية :

أولا : مميزات المحركات الخطوية :

١ – لا تحتاج لتغذية مرتجعة Feedback .

٢ – يمكن عمل تغذية مرتجعة تناظرية أو رقمية عند الحاجة للتحكم فى الوضع أو السرعة أو الاثنين معاً .

٣ – الخطأ الحادث فى كل خطوة لا يتراكم .

٤ – عند وصول المحرك الخطوى للموضع المطلوب واختفاء إشارات التشغيل يتوقف المحرك فى الحال ، وإذا كان هناك عزم قصور ذاتى كبير للحمل ، فلا يحتاج لعمل خمد للاهتزازات .

٥ – يوجد مدى واسع لزوايا الخطوات المتاحة للمحركات الخطوية لمعظم الشركات المصنعة مثل : 1.8° , 7.5° , 15°, 18°, 47°, 90°

٦ – السرعات المنخفضة ممكنة بدون الحاجة لصندوق تروس فمثلاً : يوجد محركات خطوية إذا تم تشغيلها بنبضات ترددها 500 HZ تدور بسرعة 150 RPM .

٧ – المحركات الخطوية تعمل بالإشارات الرقمية ، لذلك يمكن التحكم فيها مباشرة بأجهزة الكومبيوتر .

٨ – لها تيار بدء صغير ، وعزم قصور ذاتى صغير .

٩ - يمكن تشغيل مجموعة من المحركات الخطوية من مصدر واحد مع المحافظة على التزامن بينهم .

ثانياً : عيوب المحركات الخطوية :

١ - كفاءته منخفضة فمعظم الطاقة الداخلة تتحول لحرارة .

٢ - يجب دراسة الاحمال بعناية للحصول على الأداء الخطوى الأمثل ، كما أن مصدر النبضات والحاكم يجب أن يتوافق مع المحرك والحمل .

٣ - عند وصول إشارة تشغيل للمحركات **AR** أثناء حدوث اهتزاز حول الموضع السابق فإن ذلك قد يؤدى لتحرك المحرك فى أحد الاتجاهين بدون تحكم وتسمى هذه الظاهرة بالرنين **Resonance** .

٨/١٢ - الدوائر المتكاملة المستخدمة في تشغيل المحركات الخطوية :

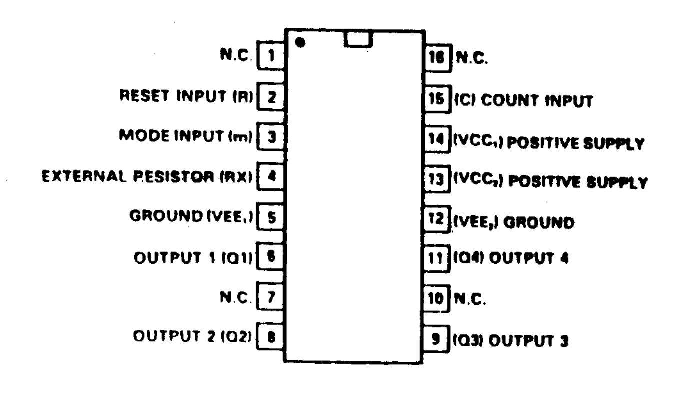
يوجد العديد من الدوائر المتكاملة المستخدمة فى تشغيل المحركات الخطوية الثنائية والرباعية الأوجه بخطوات كاملة **Full step** ، وبأنصاف خطوات **Half step** وبأجزاء متناهية الصغر من الخطوة **Micro step** .

على سبيل المثال الدوائر المتكاملة التالية :

L293E, L298, SAA 1027, PBL 3771, PBL 3770A, UCN-58048 .

وسنكتفى فى هذا الكتاب بإلقاء الضوء على الدائرة المتكاملة **SAA 1027** وهى تستخدم لتشغيل المحركات الخطوية **PM** الرباعية الأوجه بخطوات كاملة؛ وتغذى هذه الدائرة المتكاملة من مصدر جهد **9.5 : 18 V D.C** ، وهى تغذى المحركات الخطوية بتيار يصل إلى **500 mA**.

والشكل (١٢ - ١٠) يعرض المسقط الأفقى لهذه الدائرة المتكاملة.



الشكل (١٢ - ١٠)

التعريف بالأرجل :

1,7 , 10	أرجل غير مستخدمة .
2	رجل إعادة المحرك للوضع الابتدائى (فعالة عند الحالة المنخفضة) .
3	رجل حالة التشغيل فعندما تكون عند الحالة العالية يدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة ، والعكس بالعكس .
4	رجل مقاومة تحديد تيار المحرك حيث إن

$$R_x = \frac{4\,E}{I} - 60$$

حيث إن :

E	هو جهد المصدر ، I تيار المحرك .
5, 12	أرضى .
6, 8, 9, 11	مخارج الدائرة المتكاملة وتوصل بملفات المحرك .
13	يوصل مباشرة بجهد المصدر الموجب .
14	يوصل بجهد المصدر الموجب من خلال مقاومة $100\ \Omega$ وبالأرضى من خلال مكثف 100 nf .
15	يوصل بمصدر نبضات الساعة .

والجدول (١٢ – ٥ أ ، ب) يبين حالة الأرجل (6, 8, 9, 11) للدائرة المتكاملة SAA 1027 عند وصول نبضات ساعة مربعة للرجل 15 .

الجدول (١٢ – ٥)

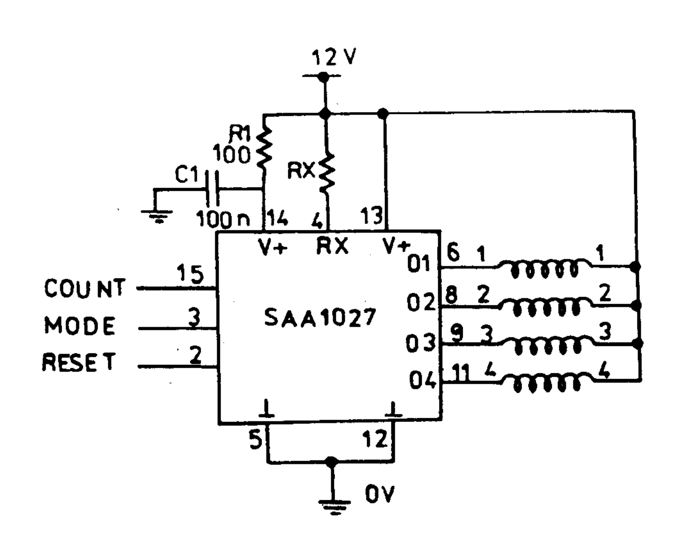
دوران عكس اتجاه عقارب الساعة (CCW)

رقم الخطوة \ الرجل	6	8	9	11
0	1	0	1	0
1	1	0	0	1
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0

دوران في اتجاه عقارب الساعة (CW)

رقم الخطوة \ الرجل	6	8	9	11
0	1	0	1	0
1	0	1	1	0
2	0	1	0	1
3	1	0	0	1

والشكل (١٢ – ١١) يبين طريقة استخدام الدائرة المتكاملة SAA 1027 .



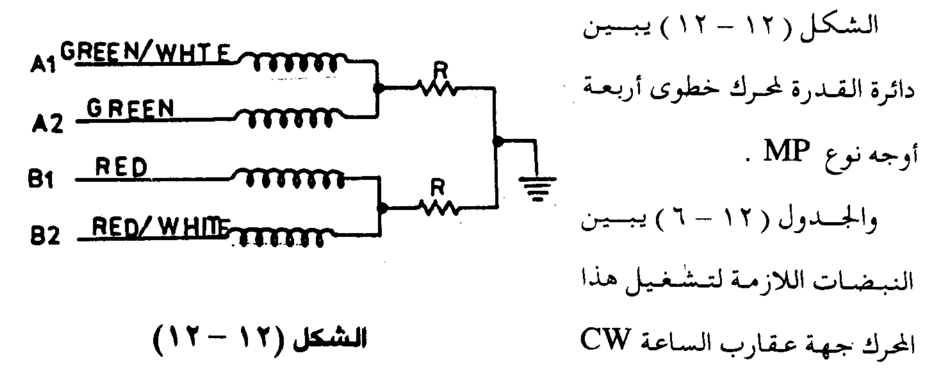
الشكل (١٢ – ١١)

١٢/ ٩ – الدوائر العملية لتشغيل المحركات الخطوية :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (١٢ – ١٢) يبين دائرة القدرة لمحرك خطوى أربعة أوجه نوع MP .

والجدول (١٢ – ٦) يبين النبضات اللازمة لتشغيل هذا المحرك جهة عقارب الساعة CW عند تحقيق التتابع التالى 1 ثم 2 ثم 3 ثم 4 .



الشكل (١٢ – ١٢)

ويدور فى عكس اتجاه عقارب الساعة عند تحقق التتابع التالى 4 ثم 3 ثم 2 ، ثم 1 وهكذا

الجدول (١٢ – ٦)

رقم الخطوة	A_1	A_2	B_1	B_2	المكافئ الثنائى
1	1	0	1	0	1010
2	1	0	0	1	1001
3	0	1	0	1	0101
4	0	1	1	0	0110

والشكل (١٢ – ١٣) يبين شكل النبضات المطلوبة لتشغيل هذا المحرك .

A1
A2
B1
B2

الشكل (١٢ – ١٣)

أما الشكل (١٢ – ١٤) فيبين دائرة التحكم الرقمية المستخدمة فى تشغيل هذا المحرك ، فعند وضع المفتاح S_1 على وضع CW يدور المحرك فى اتجاه عقارب الساعة ، وعند وضع المفتاح S_2 على وضع CCW يدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة ، ويمكن التحكم فى سرعة المحرك بالتحكم فى تردد النبضات الخارجة من المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت (IC_1) 555 ، ولهذا المذبذب ثلاثة آماد Ranges للترددات .

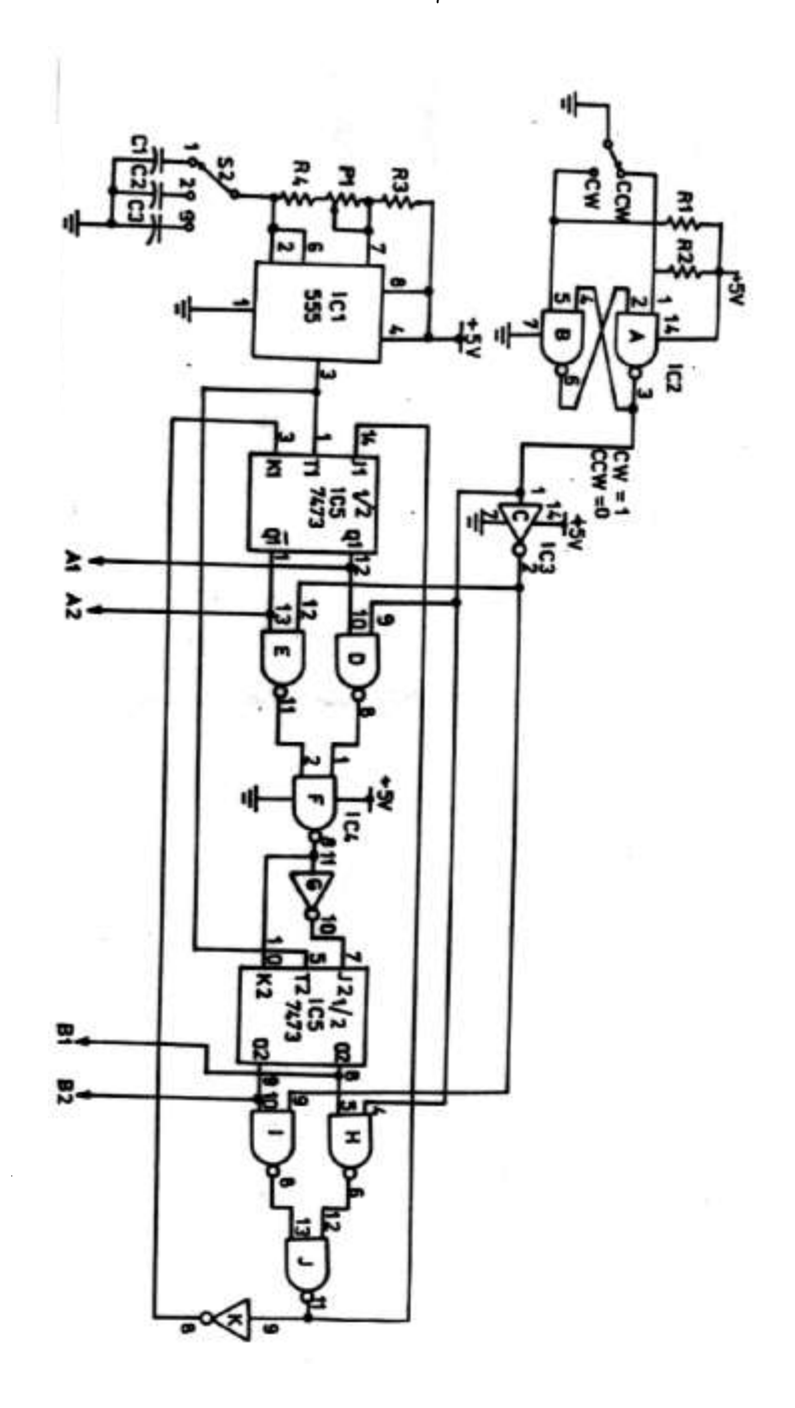
المدى الأول : (5 : 68 HZ) ، وذلك عند الوضع (1) للمفتاح S_2 ، ويتم ذلك بتغيير قيمة المقاومة P_1 .

المدى الثانى : (50 : 680 HZ) ، وذلك عند الوضع (2) للمفتاح S_2 ، ويتم ذلك بتغيير قيمة المقاومة P_1 .

المدى الثالث : (500 : 6800 HZ) ، وذلك عند الوضع (3) للمفتاح S_2 ، ويتم ذلك بتغيير المقاومة P_1 .

عناصر الدائرة :

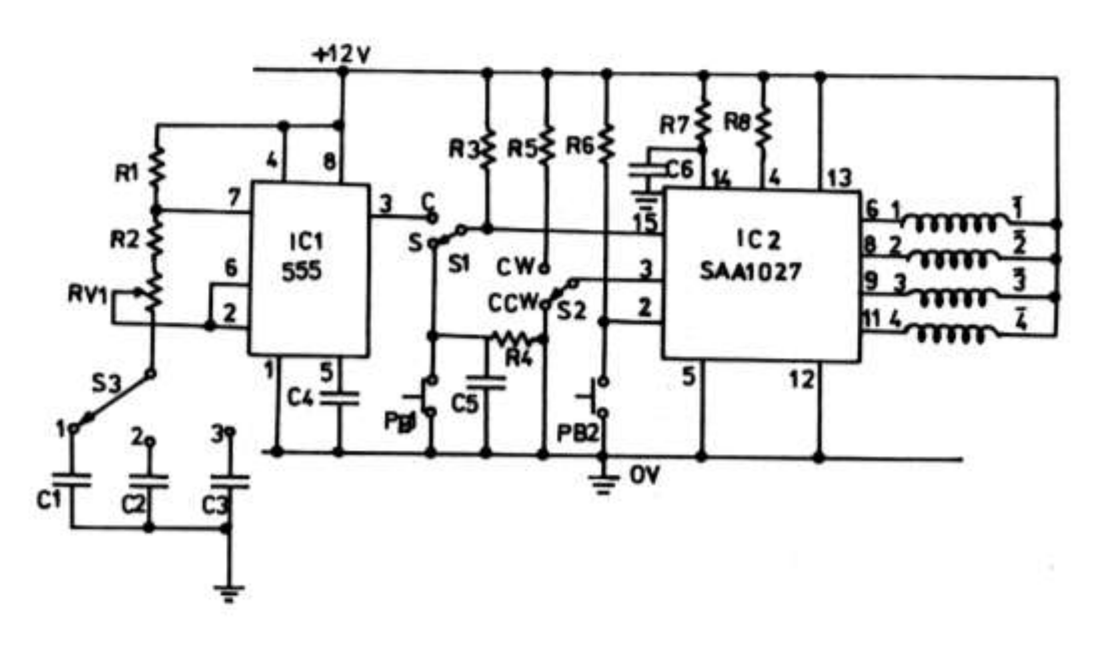
R_1, R_2	مقاومات كربونية 1k Ω .
R_3	مقاومة كربونية 2.7 k Ω .
R_4	مقاومة كربونية 4.7 k Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 100 k Ω .
C_1	مكثف كيميائى 1.5 µf وجهده 10V .
C_2	مكثف كيميائى 150 nf وجهده 10V .
C_3	مكثف كيميائى 15 nf وجهده 10V .
IC_1	مؤقت 555 .
IC_2 IC_3	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز SN 7400 .
IC_4	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز SN 7404 .
IC_5	دائرة متكاملة تحتوى على قلابين JK طراز SN 7473 .


IC1
555
IC2
IC3
IC4
IC5
7473
S2
R1
R2
R3
R4
P1
C1
C2
C3
CW
CCW
CW = 1
CCW = 0
+5V
A1
A2
B1
B2

الشكل (١٢ - ١٤)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١٢ – ١٥) يعرض دائرة تحكم رقمية فى تشغيل محرك خطوى أربعة أوجه نوع PM ، وله تيار تشغيل يصل إلى 300 mA .



الشكل (١٢ – ١٥)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 2.7 k Ω .
R_2	مقاومة كربونية 4.7 k Ω .
R_3 , R_5, R_6	مقاومات كربونية 10 k Ω .
R_4	مقاومة كربونية 440 k Ω .
R_7	مقاومة كربونية 100 Ω .
R_8	مقاومة كربونية 120 Ω .
RV_1	مقاومة متغيرة 100 k Ω .

C_1 مكثف سيراميك 1.5 μf .

C_2 مكثف سيراميك 150 nf .

C_3 مكثف سيراميك 15 nf .

C_4 مكثف سيراميك 10 nf .

C_5 , C_6 مكثف سيراميك 100 nf .

IC_1 مؤقت زمنى طراز 555 .

IC_2 دائرة متكاملة لمشغل محرك خطوى طراز SAA 1027 .

S_1 , S_2 مفتاح قطب واحد سكتين .

S_3 مفتاح قطب واحد بثلاث سكك .

PB_1 , PB_2 ضاغط بريشة مفتوحة .

نظرية التشغيل :

يمكن تشغيل المحرك إما تشغيلاً مستمراً ، أو تشغيلاً خطوياً بواسطة المفتاح S_1 ، فعند وضع المفتاح S_1 على وضع S فإنه يمكن تشغيل المحرك تشغيلاً خطوياً ، فعند الضغط على الضاغط PB_1 تصل نبضة تشغيل لمدخل العد (15) للدائرة المتكاملة IC_2 ، فيتحرك المحرك خطوة جهة عقارب الساعة إذا كان المفتاح S_2 على الوضع CW ، وعكس عقارب الساعة إذاكان المفتاح S_1 على الوضع CCW .

ويمكن تشغيل المحرك ليدور دوراناً مستمراً ، وذلك بوضع المفتاح S_1 على وضع C ، ويدور المحرك جهة عقارب الساعة إذا كان المفتاح S_2 على الوضع CW ، وعكس عقارب الساعة إذا كان المفتاح S_2 على الوضع CCW ، ويمكن التحكم فى سرعة المحرك بالتحكم فى تردد النبضات الخارجة من المذبذب اللامستقر المؤلف من الدائرة المتكاملة IC_1 (المؤقت 555)، ولهذا المذبذب ثلاثة آماد Ranges للترددات وهى كما يلى :

المدى الأول : (5 : 68 HZ) ، وذلك عند وضع S_3 على وضع 1 ، ويمكن التحكم فى قيمة التردد الخارج بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 .

المدى الثانى : (50 : 680 HZ) ، وذلك عند وضع S_3 على الوضع 2 ، ويمكن التحكم فى قيمة التردد الخارج بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 .

المدى الثالث : (500 : 6800 HZ) ، وذلك عند وضع S_3 على الوضع 3 ، ويمكن التحكم فى قيمة التردد الخارج بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 .

فإذا كانت زاوية الخطوة للمحرك الخطوى 7.5^{o} مثلاً ، فإن عدد الخطوات فى اللفة الكاملة تساوى : $\frac{360}{7.5} = 48$ ، ويمكن الحصول على سرعة المحرك من المعادلة التالية :

$$N = \frac{\theta \cdot S / S}{6} \quad (RPM)$$

حيث إن :

S / S عدد الخطوات فى الثانية ، وهى تكافئ تردد المذبذب .

ففى المدى الأول فإن سرعة المحرك تتراوح ما بين (6 : 85 RPM) .

وفى المدى الثانى فإن سرعة المحرك تتراوح ما بين (60 : 850 RPM) .

وفى المدى الثالث فإن سرعة المحرك تتراوح ما بين (6000 : 8500 RPM) .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (١٢ – ١٦) يعرض دائرة تحكم فى سرعة محرك خطوى يسحب تياراً يساوى 5A، وله أربعة أوجه بثمانية أطراف منفصلة .

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 100 Ω .

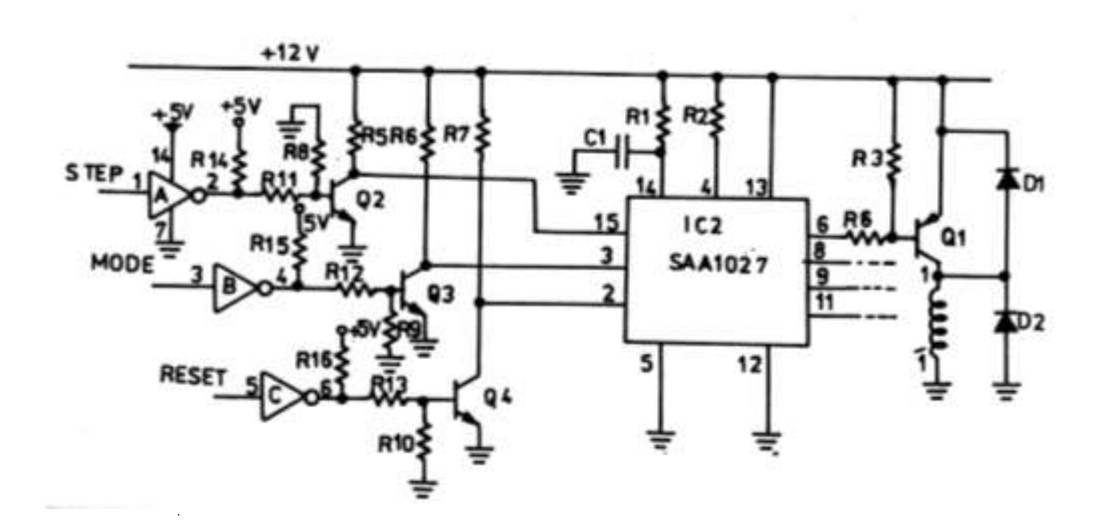
R_2 مقاومة كربونية 680 Ω .

R_3 مقاومة كربونية 470 Ω .

R_4 مقاومة كربونية 56 Ω وقدرتها 3W .

R_5, R_6, R_7 مقاومات كربونية 2.7 k Ω .

R_8 - R_{13}	مقاومات كربونية 10 k Ω .
R_{14} - R_{16}	مقاومات كربونية 1 k Ω .
C_1	مكثف سيراميك 100 nf .
D_1 , D_2	ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .
Q_1	ترانزستور PNP طراز MJE 2955 .
Q_2 - Q_4	ترانزستورات NPN طراز 2N 3904 .
IC_1	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .
IC_2	دائرة متكاملة طراز SAA 1027 .



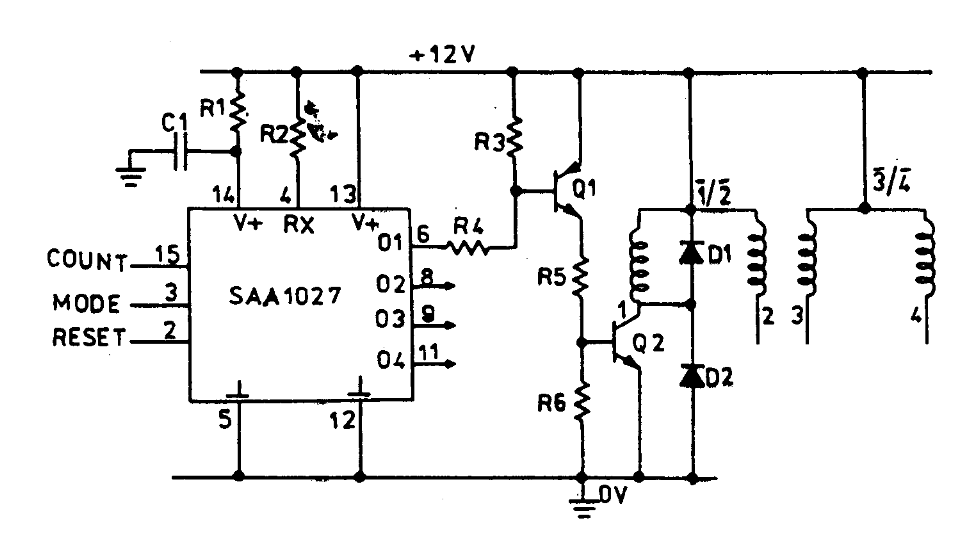
الشكل (١٢ - ١٦)

نظرية التشغيل :

عند انتقال حالة مدخل البوابة A من منخفض إلى عالٍ يتحرك المحرك خطوة جهة اتجاه عقارب الساعة إذا كانت حالة مدخل البوابة B عالية ، ويدور المحرك فى اتجاه عكس عقارب الساعة ، إذا كانت حالة مدخل البوابة B منخفضة .

وعند وصول نبضة عالية لمدخل البوابة C يعود المحرك للوضع الابتدائى ، والجدير بالذكر أن طريقة توصيل الأوجه الأخرى للمحرك لا تختلف عن طريقة توصيل الوجه المبين بالشكل (١٢ - ١٦) .

والشكل (١٢ - ١٧) يبين طريقة توصيل الدائرة المتكاملة SAA 1027 مع محرك خطوى نوع PM بأربعة أوجه وبخمسة أطراف يسحب تياراً 5A .



الشكل (١٢ - ١٧)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 100 Ω .
R_2	مقاومة كربونية 680 Ω .
R_3 , R_4	مقاومة كربونية 1k Ω .
R_5	مقاومة كربونية 56 Ω وقدرتها 3W .
R_6	مقاومة كربونية 470 Ω .
D_1 , D_2	ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .

Q_1 ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .

Q_2 ترانزستور NPN طراز 2 N 3055 .

IC_1 دائرة متكاملة SAA 1027 .

محرك خطوى يعمل عند جهد 12V + ويسحب تياراً 5 A .

والجدير بالذكر أن طريقة توصيل باقى أوجه المحرك لا تختلف عن طريقة توصيل الوجه الأول.

الباب الثالث عشر

فحص وإصلاح أعطال الدوائر الرقمية

فحص واصلاح أعطال الدوائر الرقمية

١٣/ ١ - أجهزة اختبار الدوائر الرقمية :

يوجد عدة أجهزة تستخدم فى اختبار الدوائر الرقمية مثل :

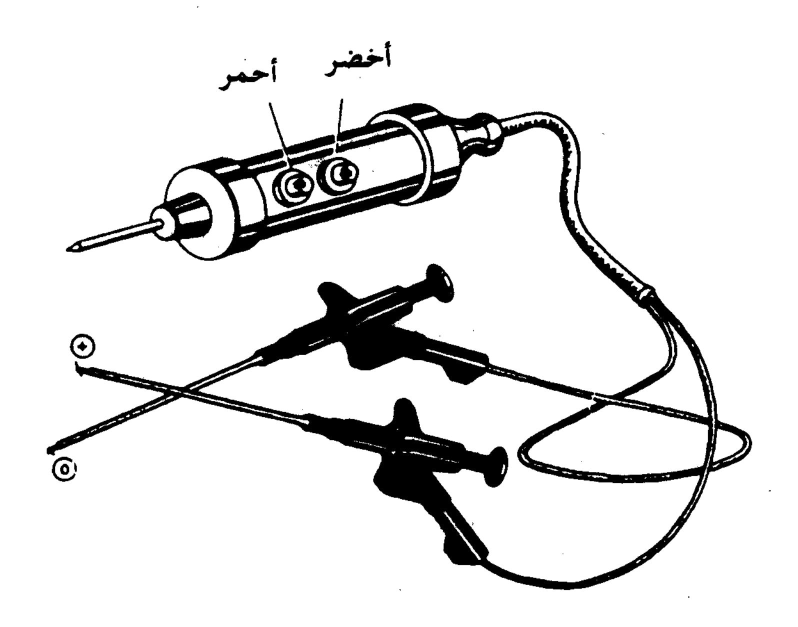
١ - جهاز التحليل المنطقى Logic Analayzer :

ولهذا الجهاز شاشة عرض تشبه شاشة العرض لجهاز الأوسليسكوب ، ويحتوى هذا الجهاز على عدد من المجسات probes ، حيث توصل كل منها مع نقطة فى الدائرة الرقمية ، وتتوفر أجهزة تحليل منطقية قادرة على عرض حالة 16 دخلاً فى آن واحد ، والجدير بالذكر أن أجهزة التحليل المنطقية تتميز بإمكانية الاحتفاظ بالبيانات فى ذاكرتها ، وهى تستخدم عادة لاكتشاف مشاكل التوقيت ، والتى سوف نتناولها فيما بعد ، ولا يمكن استخدام أجهزة التحليل المنطقية فى عرض شكل موجه جهد تناظرية كالأوسليسكوب ؛ لأنها تتعامل مع جهود المداخل إما جهد منخفض (0) أو جهد عالٍ (1) .

٢ - المجس المنطقى Logic probe :

وهو جهاز صغير يحمل باليد قادر على تحديد المستوى المنطقى لأى نقطة فى الدائرة الرقمية (منخفض - عال - نبضات) . والشكل (١٣ - ١) يعرض صورة لاحد المجسات المنطقية ، ويلاحظ أنه يحتوى على ثنائيين مشعين :

الأول : أحمر RED ، **والآخر** : أخضر GREEN ويزود المجس بماسكين يثبتان مع موجب وسالب الدائرة المختبرة .



الشكل (١٣ – ١)

٣ – النابض المنطقى Logic pulser :

ويطلق عليه أحياناً حاقن النبضات Pulse ، حيث يستخدم فى حقن نبضات مربعة عند مداخل البوابات المنطقية والعدادات والمسجلات ، من أجل الفحص والاختبار ، ويتشابه النابض المنطقى والمجس المنطقى فى الشكل لحد كبير .

٤ – كاشف مسار التيار Current tracer :

ويستخدم هذا الجهاز فى تتبع مسار التيار المتدفق فى المسارات المختلفة فى اللوحات المطبوعة Printed Circuit ، ونظرية عمل هذا الجهاز تعتمد على الإحساس بالمجال المغناطيس الناشئ بسبب مرور التيار الكهربى ، وتوجد أنواع من كاشفات مسار التيار قادرة على كشف التيارات التى تتراوح شدتها من نانو أمبير حتى ١ أمبير . ويزود كاشف مسار التيار بثنائى مشع LED يضىء عند ملامسة طرف الكاشف لمسار يحمل تياراً كهربياً .

والجدير بالذكر أن كاشف مسار التيار يكون مزوداً بوسيلة لضبط حساسية الجهاز ، علماً بأن كاشف التيار يشبه لحد كبير النابض المنطقى .

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 10k Ω .
R_2	مقاومة كربونية 82k Ω .
R_3	مقاومة كربونية 3.9k Ω .
R_4 - R_{10}	مقاومات كربونية 33k Ω .
R_{11} - R_{17}	مقاومات كربونية 1k Ω .
R_{18}	مقاومة كربونية 10k Ω .
R_{19}	مقاومة كربونية 10k Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 1 M Ω .
C_1	مكثف كيميائى 1µf وجهده 16V .
C_2	مكثف كيميائى 10 nf وجهده 16V .
C_3	مكثف كيميائى 10 µf وجهده 16V .
D_1 - D_7	سبعة ثنائيات مشعة قياسية.
D_8	ثنائى سليكونى طراز 1N4148 .
T_1 - T_7	ترانزستورات NPN طراز Bc 109 أو Bc 108 أو Bc107 .
IC_1	مؤقت 555 .
IC_2	دائرة متكاملة تحتوى على مسجلى إزاحة طراز CD 4015 .
IC_3	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز CD 4011 .

نظرية التشغيل :

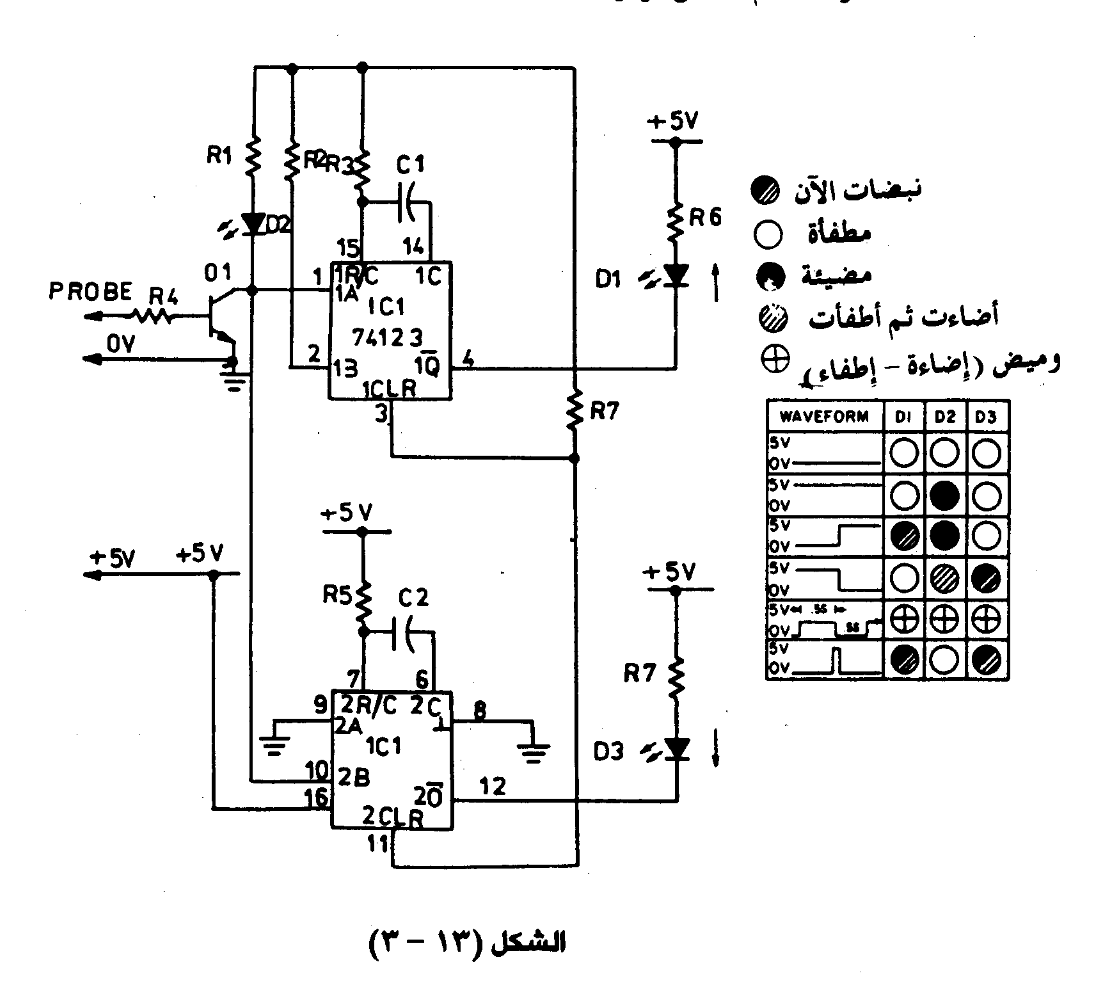
عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة تكون حالة خرج بوابة XOR المؤلفة من البوابات A, B, C, D عالية ، وذلك نتيجة لوجود العناصر التالية D_8 , C_3 , R_{19} , R_{18} حيث يشحن المكثف C_3 ، وبالتالى تكون حالة المدخل 5 للبوابة B عالية ، فى حين أن حالة المدخل 9 للبوابة C يكون منخفضاً

وعند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة تحمل موجات مربعة فإن كلا الثنائيين الأحمر D_H والاخضر D_L سيضيئان بالتناوب .

والجدير بالذكر أن هذا المجس له ماسكان يوصلان بالجهد الموجب +5V وأرضى 0V الدائرة المختبرة .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١٣ - ٣) يعرض دائرة مجس منطقى تستخدم عند الحاجة للتحديد الدقيق للحالة المنطقية ويستخدم لفحص دوائر TTL .



الشكل (١٣ - ٣)

عناصر الدائرة :

R_1 , R_6, R_7 مقاومات كربونية $120\ \Omega$.

R_2 مقاومة كربونية $1.8\ k\Omega$.

R_3, R_5 مقاومات كربونية $27\ k\Omega$.

R_4 مقاومة كربونية $10\ k\Omega$.

C_1 , C_2 مكثفات كيميائية $6\ \mu f$ وجهدها 25V .

D_1 , D_2 , D_3 ثنائيات مشعة عالية القدرة .

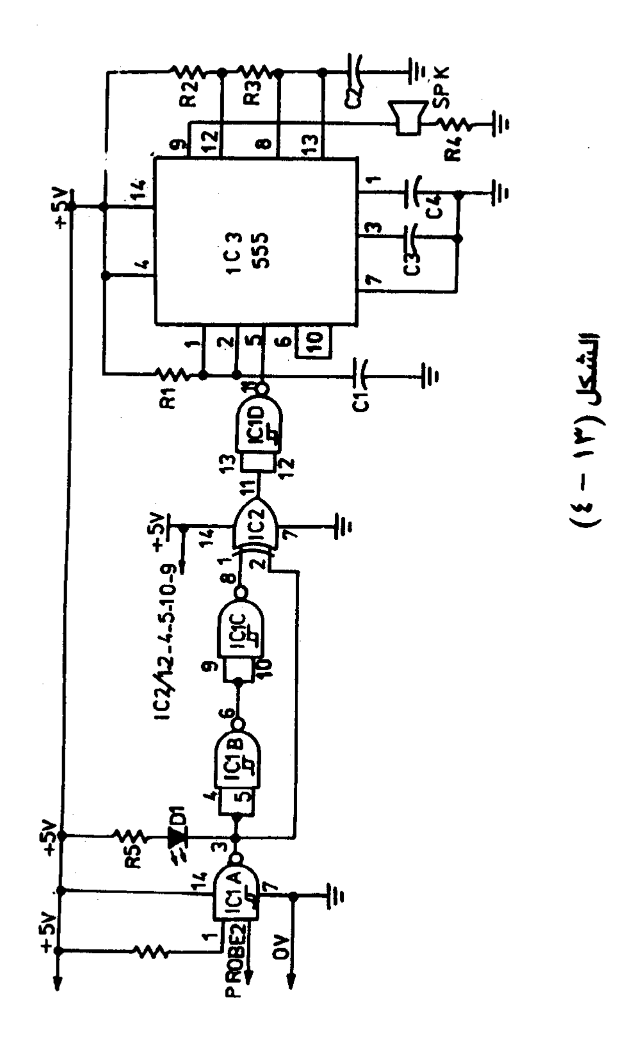
Q_1 ترانزستور NPN طراز 2 N 3904 .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على مذبذبين آحادى الاستقرار طراز 74123 .

والجدول المرفق يبين كيفية تحديد المستوى المنطقى ، ونوع الانتقال من منخفض لعالٍ أو من عالٍ لمنخفض أو نبضات مستمرة كبيرة (0.5 S) أو نبضات قصيرة جداً .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (١٣ – ٤) يعرض دائرة مجس منطقى مزود بوسيلة عرض سمعية وضوئية ويستخدم لفحص دوائر TTT .



+5V
PROBE2
0V
IC1A
IC1B
IC1C
IC1D
IC2
IC2/12-4-5-10-9
R1
R2
R3
R4
R5
D1
C1
C2
C3
C4
SPK
1C3
555

الشكل (١٣ - ٤)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية $3.3\ M\Omega$.

R_2 مقاومة كربونية $2.7\ k\Omega$

R_3 مقاومة كربونية $6.8\ k\Omega$.

R_4 مقاومة كربونية $39\ \Omega$.

R_5 مقاومة كربونية $330\ \Omega$.

R_6 مقاومة كربونية $1\ k\Omega$.

C_1, C_2 مكثفات كيميائية 0.047µf وجهدها 16V .

C_3, C_4 مكثفات كيميائية 0.01 µf وجهدها 16V .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 5 N 74132 N .

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات XOR طراز 5 N 7486 .

IC_3 مؤقت زمنى مزدوج 556 .

D_1 ثنائى مشع قياس .

SPK سماعة .

نظرية التشغيل :

عند ملامسة طرف المجس المنطقى Probe لنقطة لها حالة منطقية عالية يضىء الثنائى المشع D_1 ، فى حين أنه عند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة لها حالة منطقية منخفضة ينطفىء الثنائى المشع D_1 ، وعند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة لها حالة منطقية تنتقل من عالٍ لمنخفض ، أو العكس تصدر السماعة SPK صوتاً ، حيث تقوم البوابتان IC_{1B} , IC_{1A} بعمل تأخير زمنى مقداره 50 ns ، وتقوم XOR بإخراج نبضة عالية زمنها 50 ns فى حين تقوم البوابة IC_{1D} بإخراج نبضة منخفضة زمنها 50 ns، وعند وصولها لمدخل المؤقت الأيسر للمؤقت المزدوج IC_3 يعمل المؤقت الأيسر كمذبذب أحادى الاستقرار فتخرج منه نبضة عالية من الرجل (6) زمنها .

$$t = 1.1\ R_1\ C_1 = 170\ ms$$

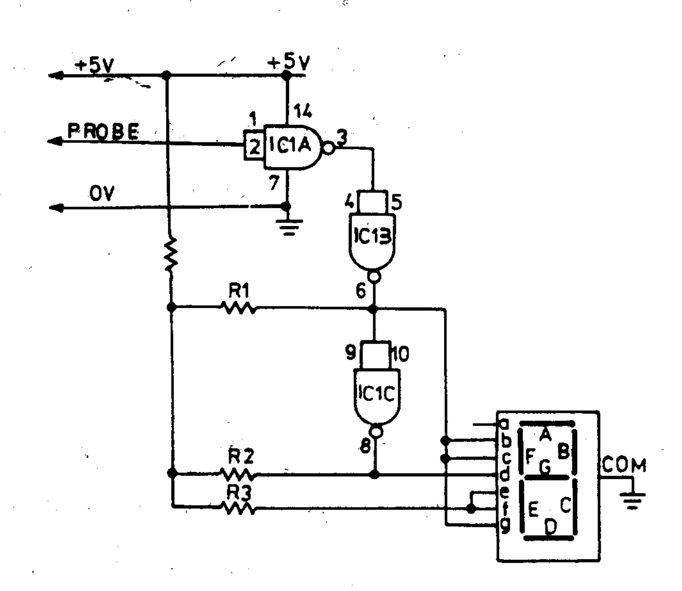
وتدخل هذه النبضة لمدخل المؤقت الأيمن للمؤقت المزدوج IC_3 (الرجل 10) والذى يعمل كمذبذب لامستقر ، فتخرج من (الرجل 9) نبضات ترددها يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_2 (R_2 + 2R_3)} = 1880 \text{ HZ}$$

فتصدر السماعة نغمة معينة لمدة 170 ms .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (١٣ - ٥) يعرض دائرة مجس منطقى مزود بوحدة عرض رقمية لتحديد الحالة المنطقية للدوائر المتكاملة TTL ، فيظهر الحرف H عندما تكون الحالة المنطقية عالية ، ويظهر الحرف L عندما تكون الحالة المنطقية منخفضة .



الشكل (١٣ - ٥)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 100Ω .

R_2, R_3 مقاومات كربونية 220Ω .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7437 .

وحدة عرض رقمية بمهبط مشترك Common cathode طراز DL - 704 .

نظرية التشغيل :

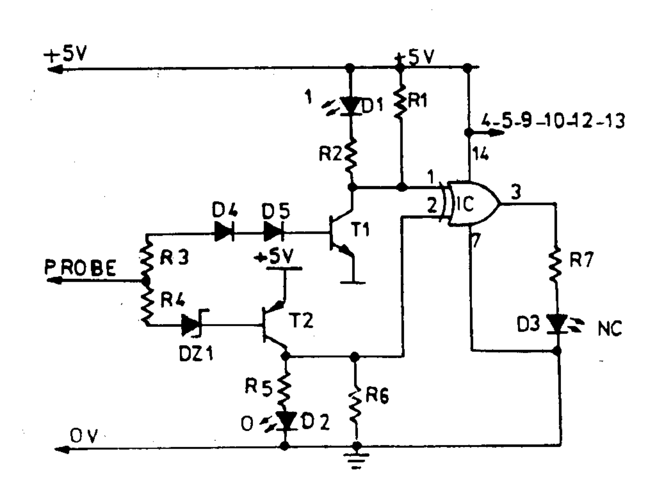
فعند ملامسة طرف المجس المنطقى Probe لنقطة لها مستوى منطقى عال ، فإن خرج البوابة IC_{1A} يكون منخفضاً وخرج البوابة IC_{1B} يكون عالياً فتضىء الشرائح B, C, G وفى نفس الوقت تكون الشرائح E, F مضيئة فيظهر الحرف H .

وعند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة لها مستوى منطقى منخفض فإن خرج البوابة IC_{1A} يكون عالياً وخرج البوابة IC_{1B} يكون منخفضاً ، وخرج البوابة IC_{1C} يكون عالياً فتضىء الشريحة D ، وفى نفس الوقت تكون الشرائح E, F مضيئة فيظهر الحرف L .

والجدير بالذكر أن هذا المجس المنطقى مزود بماسكين : **أحدهما** يوصل بالجهد الموجب، **والآخر** يوصل بأرضى الدائرة المختبرة .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (١٣ – ٦) يعرض دائرة مجس منطقى لثلاثة مستويات منطقية وهى كالآتى : الحالة المنخفضة (0) – الحالة العالية (1) – حالة غير محددة محصورة بين الحالة المنخفضة والحالة العالية .



الشكل (١٣ – ٦)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 10 k Ω .
R_2 , R_5	مقاومات كربونية 330 Ω .
R_3 , R_4	مقاومات كربونية 10 K Ω .
R_6	مقاومة كربونية 1k Ω .
R_7	مقاومة كربونية 82 Ω .
D_1, D_2, D_3	ثنائيات مشعة قياسية .
D_4 , D_5	ثنائيات سليكونية طراز 1N 4148 .
DZ_1	ثنائى زينر جهده 3.3 V .
T_1	ترانزستور NPN طراز BC 107 .
T_2	ترانزستور PNP طراز BC 157 .
IC	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات XOR طراز 7486 .

نظرية التشغيل :

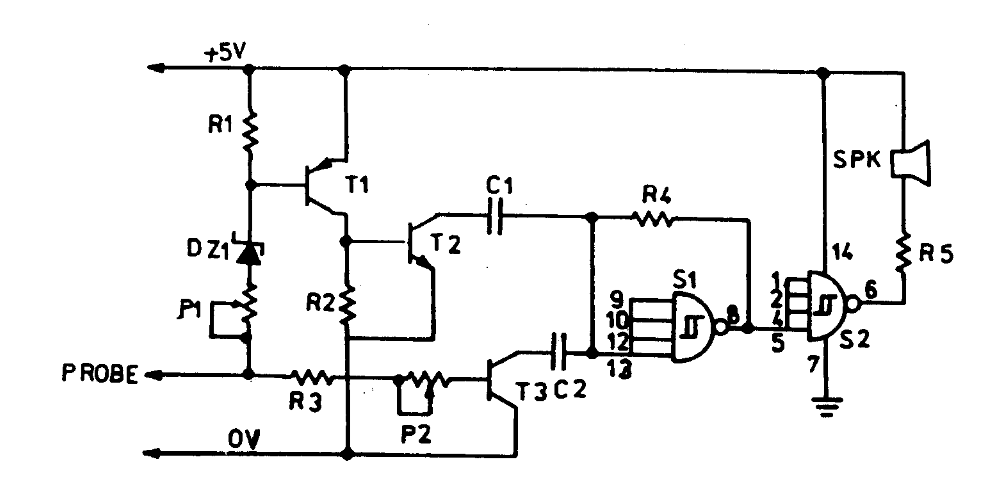
عند ملامسة طرف المجس المنطقى Probe لنقطة لها حالة منطقية عالية فإن الترانزستور T_1 سيتحول لحالة الوصل ON ، فيتصل مهبط D_1 بالارضى عبر T_1 ويضىء فى حين يصبح خرج البوابة XOR منخفضاً ؛ لان حالة مدخليها منخفضة ، وعند ملامسة طرف المجس المنطقى Probe ، لنقطة لها حالة منطقية منخفضة فإن الترانزستور T_2 سيتحول لحالة الوصل ON وبالتالى يتصل مصعد الثنائى D_2 بجهد موجب 5V + فيضىء فى حين ان خرج بوابة XOR يكون منخفضاً لان حالة مدخليها مرتفعاً .

وعند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة لها حالة منطقية لا هى منخفضة ولا هى عالية اى اصغر من 2V واكبر من 0.8 V فى هذه الحالة فإن كلا الترانزستورين T_1 , T_2 سيكونان فى حالة قطع ، وبالتالى يصبح خرج بوابة XOR عالياً ، لان حالة المدخل 1 تكون عالية ، وحالة المدخل 2 تكون منخفضة، ويضىء الثنائى D_3 . علماً بأن هذا الثنائى يضىء أيضاً عند توصيل مجس الجهاز بأحد المداخل العائمة للدوائر المتكاملة الغير موصلة بالجهد Vcc + أو

بالارضى GND او عند ترك طرف المجس المنطقى حراً بدون توصيل .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (١٣ - ٧) يعرض دائرة مجس منطقى سمعى يستخدم لفحص الدوائر المتكامله TTL، حيث يعطى هذا المجس نغمة ذات تردد عال عند الحالة المنطقية العالية ، ونغمة ذات تردد منخفض عند الحالة المنطقية المنخفضة.



الشكل (١٣ - ٧)

عناصر الدائرة :

R_1, R_2	مقاومة كربونية 1 kΩ .
R_3	مقاومة كربونية 10 kΩ .
R_4, R_5	مقاومات كربونية 330 Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 2.2 kΩ .
P_2	مقاومة متغيرة 100 kΩ .
C_1	مكثف سيراميك 1µf .
C_2	مكثف سيراميك 470 nf .

DZ_1 ثنائى زينر جهده 3.3V .

T_1 ترانزستور PNP طراز BC 557 .

T_2 , T_3 ترانزستورات NPN طراز BC 547 .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على بوابتين Schmitt NAND طراز 7413 .

SPK سماعة مقاومتها 8 Ω .

نظرية عمل الدائرة :

عند ملامسة طرفى المجس المنطقى لنقطة لها حالة منطقية عالية (أكبر من أو تساوى 2.4 V) فإن الترانزستور T_3 سيتحول لحالة الوصل وبالتالى يتصل المكثف C_2 بالأرض من خلال T_3 فيعمل C_2 والبوابة S_1 والمقاومة R_4 كمذبذب تردده يساوى :

$$F = \frac{0.9}{R_4 \cdot C_2} = 5800 \text{ HZ}$$

فيصدر صوت نغمة ترددها 5800 HZ من السماعة SPK .

وعند ملامسة طرف المجس لنقطة لها حالة منطقية منخفضة (أصغر من أو تساوى 0.8 V) فإن الترانزستور T_1 يتحول لحالة الوصل ، وتباعاً يتحول T_2 لحالة الوصل نتيجة لفرق الجهد الناشئ على أطراف المقاومة R_2 عند مرور التيار الكهربى عبر T_1 وفى هذه الحالة فإن طرف المكثف C_1 سيتصل بالأرض عبر T_2 وينشأ عن ذلك مذبذب يتكون من المكثف C_1 والمقاومة R_4 والبوابة S_1 ويكون تردده مساوياً .

$$F = \frac{0.9}{R_4 \, C_1} = \frac{0.9}{330 \times 10^{-6}}$$

$$= 2700 \text{ HZ}$$

ويصدر عن ذلك صوت نغمة ترددها 2700 HZ من السماعة SPK .

ملاحظات :

١ – تقوم البوابة S_2 بملاشاة التشوية الذى يمكن أن يحدث فى الموجة المربعة المتولدة من المذبذب نتيجة لتحميل المقاومة R_4 على الخرج .

٢ – تقوم المقاومة المتغيرة P_2 بضبط قيمة جهد الإشارة العالية التى يعمل عندها المجس المنطقى .

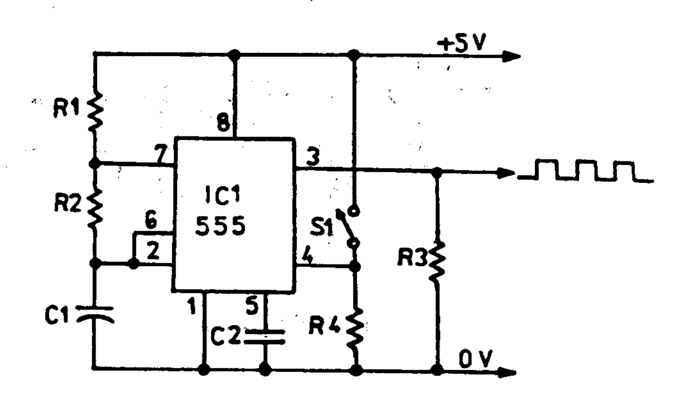
٣ – يقوم المقاومة المتغيرة P_1 بضبط قيمة جهد الإشارة المنخفضة التى يعمل عندها المجس المنطقى .

٤ – يقوم ثنائى الزينر DZ_1 بمنع مرور تيار كهربى فى المقاومات P_2 , P_1 عندما يكون طرف المجس المنطقى Probe موصلاً بنقطة لها حالة منطقية عالية ، وبالتالى يمنع تحول T_1 لحالة الوصل .

١٣ / ٣ – الدوائر العملية للنوابض المنطقية :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (١٣ – ٨) يبين الدائرة الالكترونية لحاقن نبضات Pulse Injector .



الشكل (١٣ – ٨)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 10k Ω.

R_2 مقاومة كربونية 75 k Ω

R_3 مقاومة كربونية 4.7 k Ω

R_4 مقاومة كربونية 1k Ω

C_1 مكثف كيميائى 0.01μf وجهده 10V.

C_2 مكثف سيراميك سعته 0.01µf .

IC_1 مؤقت NE 555 .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

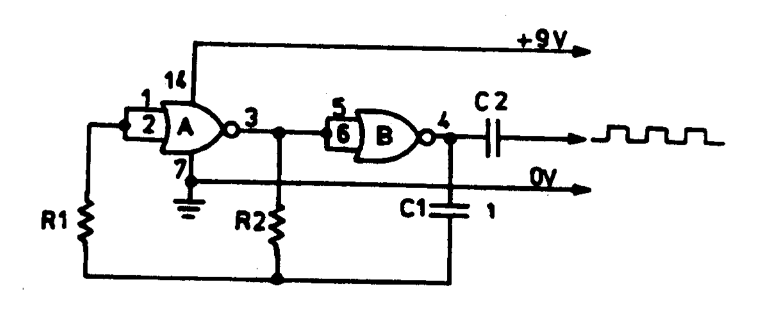
نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت NE 555 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 (R_1 + 2R_2)} = 900 \text{ HZ}$$

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١٣ - ٩) يبين دائرة الكترونية لحاقن نبضات باستخدام بوابات NOR .



الشكل (١٣ - ٩)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 200 k Ω .

R_2 مقاومة كربونية 100 k Ω .

C_1 مكثف سيراميك 7 nf .

C_2 مكثف سيراميك 100 nf .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز CD 4001 .

ويكون تردد هذا الحاقن مساوياً :

$$F = \frac{0.69}{C_1 R_2} = 1000 \text{ Hz}$$

ويقوم المكثف C_2 بعزل الحاقن من أى جهد مستمر فى الدائرة المطلوب حقنها بالنبضات .

٤/١٣ – مراحل تتبع الأعطال فى الدوائر الرقمية :

١ – فحص الدائرة الرقمية بالعين المجردة للبحث عن وجود انتفاخ، أو تغير فى لون أحد العناصر الالكترونية أو الدوائر المتكاملة .

٢ – باللمس يمكن تحديد العناصر التى ترتفع درجة حرارتها بشكل ملحوظ أثناء العمل فقد يؤدى حدوث قصر داخلى فى الدائرة المتكاملة أن تسحب تياراً زائداً يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارتها .

٣ – وبالشم يمكن التعرف على رائحة احتراق عزل محول أو مكثف أو احتراق ملف أو انصهار بلاستيك ترانزستور ، أو دائرة متكاملة .

٤ – التأكد من صحة قطبية منبع إمداد القدرة الكهربية المستخدمة ، فكثير من الدوائر المتكاملة تنهار عند انعكاس قطبية المصدر الكهربى .

٥ – التأكد من أن جهد منبع إمداد القدرة واصل للدائرة المعنية له بقيمة مناسبة فبالنسبة للدوائر المتكاملة TTL يجب أن يكون Vcc مساوياً 5V + بتفاوت مقداره 0.25 ± V فيجب الا يزيد عن 5.25 V + ولا يقل عن 4.75V + .

٦ – التأكد من عدم وجود إشارة تيار متردد AC فى خط التيار المستمر DC فإذا زادت مركبة التيار المتردد عن عدة ملى ڤولتات فإنها تدل على وجود مشكلة فى المرشح Filter أو منظم الجهد Voltage Regulator ويمكن تحديدها بواسطة الآفوميتر أو الأوسليسكوب .

٧ – قياس فرق الجهد بين أرض المنبع ، وطرف الأرضى للدوائر المتكاملة فإذا زاد عن عدة ملى ڤولتات دل على وجود فتح فى الخط الواصل بين طرف أرض الدائرة المتكاملة والأرض العام .

٨ – التأكد من وصول جهد الإمداد للمخارج ذات المجمع المفتوح Open Collector .

٩ – ابدأ فى اكتشاف العطل بدءاً من المخارج ، ووصولاً للمداخل مستخدماً :

– المجس المنطقى Logic probe .

- النابض المنطقى Logic puLser .

- كاشف مسار التيار Current tracer .

وبالاستعانة بالمخططات الفنية للدائرة الرقمية التى بها العطل يمكن تتبع العطل وهناك بعض الأمور التى قد تحدث مثل :

أ - تحول الدائرة للعمل بالصورة الصحيحة فجأة عند ملامسة طرف الدائرة المتكاملة بالمجس المنطقى ، وهذا يدل على وجود وصلة لحام ضعيفة تحت طرف المجس المنطقى .

ب - إذا كانت جميع الإشارات اللازمة لتشغيل الدائرة الرقمية موجودة ، وبالرغم من ذلك فإن الدائرة الرقمية لا تعمل بصورة مرضية ، فإن هناك احتمالاً بتلف أحد مداخلها .

جـ - تغير حالة دائرة CMOS عندما تلمس بواسطة المجس المنطقى ، فإن هذا يعنى وجود دخل مفتوح تحت طرف المجس المنطقى .

١٠ - يمكن تبريد الدائرة المتكاملة المشكوك فيها برشها بمبرد دوائر الكترونية لمدة لا تزيد عن ثانيتين ، فإذا عادت الدائرة المتكاملة للعمل الطبيعى ولكن بمجرد ارتفاع درجة حرارتها تعود المشكلة مرة أخرى دل ذلك على أنها مصدر المشكلة ، ويجب الحذر أثناء القيام بالتبريد الجبرى للدوائر المتكاملة من رش المكثفات الكيمائية فقد يؤدى ذلك لتلفها .

١١ - يمكن وضع دائرة متكاملة سليمة فوق الدائرة المتكاملة المشكوك فيها بحيث تتلامس الأرجل المتماثلة للدائرتين المتماثلتين ، ثم ملاحظة أداء الدائرة فإن تحسن الأداء تنزع الدائرة المتكاملة التالفة ، وتستبدل بالأخرى السليمة ، والجدير بالذكر أن هذه الطريقة عادة تستخدم فى حالة عدم استخدام قواعد تثبيت Sockets للدوائر المتكاملة .

والجدير بالذكر أنه لا ينصح بإعادة تركيب الدوائر المتكاملة المنزوعة من الدائرة بعد ثبوت صلاحيتها ؛ لأن ذلك يقلل من عمرها وكفاءتها ، ونلفت نظر القارئ إلى أن استخدام عنصر

مشكوك فيه يسبب حدوث بلبلة للفائم بعملية الإصلاح كما يجب التأكد من سلامة الجهد عند كل نقطة من نقاط تثبيت أرجل الدائرة المتكاملة حتى لا يتلف العنصر الجديد عند تثبيته.

١٣/ ٥ - أنواع الأعطال وطرق اكتشافها :

هناك عدة أنواع من الأعطال الممكنة وهى كما يلى :

أ - دائرة مفتوحة Open circiut وتمثل % 75 من أعطال الدوائر الرقمية المتكاملة ، وهناك احتمالان وهما :

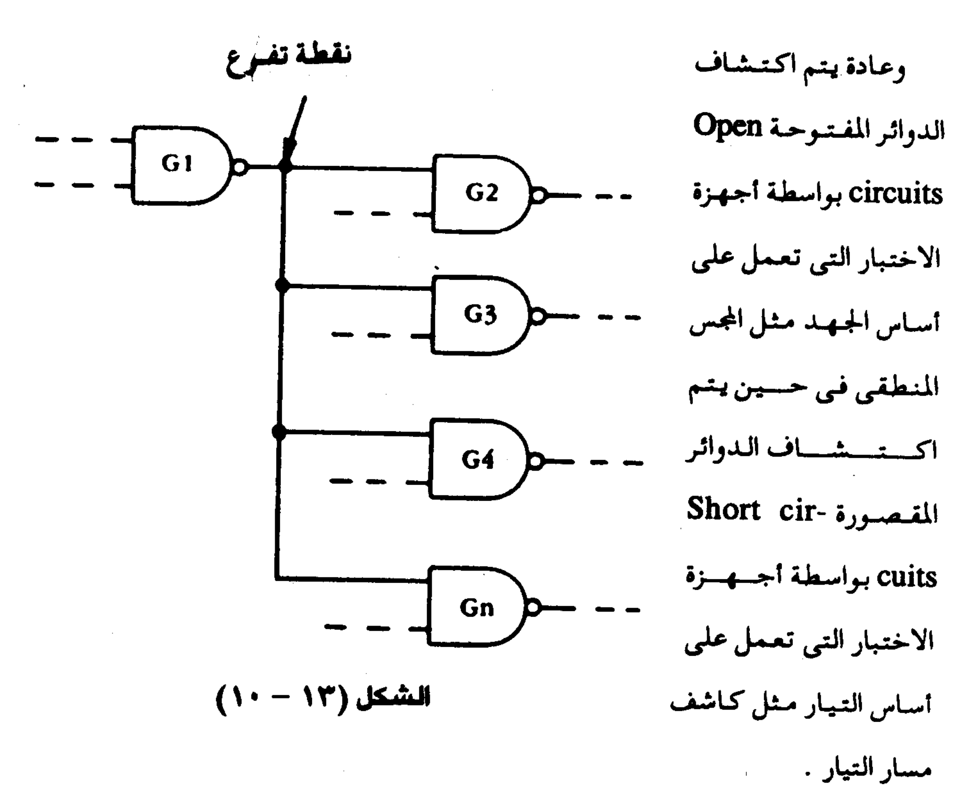
- فتح فى مخرج بوابة قائدة ، وهذه المشكلة تعمل على فقدان الإشارة عن مداخل جميع البوابات المنقادة .
- فتح فى مدخل بوابة أحد البوابات المنقادة ، وهذه المشكلة لا تؤثر فى باقى البوابات المتصلة معها .

ب - دائرة مقصورة وتمثل 25% من أعطال الدوائر الرقمية المتكاملة وهناك احتمالان وهما:

- قصر فى خرج البوابة القائدة، وهذا يؤدى إلى انخفاض المستوى المنطقى لنقطة التفرع Node ، وبالفعل هذا يؤثر على باقى البوابات المنقادة .
- قصر فى أحد مداخل البوابات المنقادة ، وهذه المشكلة تؤدى إلى انخفاض المستوى المنطقى لنقطة التفرع ، وبالفعل هذا يؤثر فى باقى البوابات المنقادة .

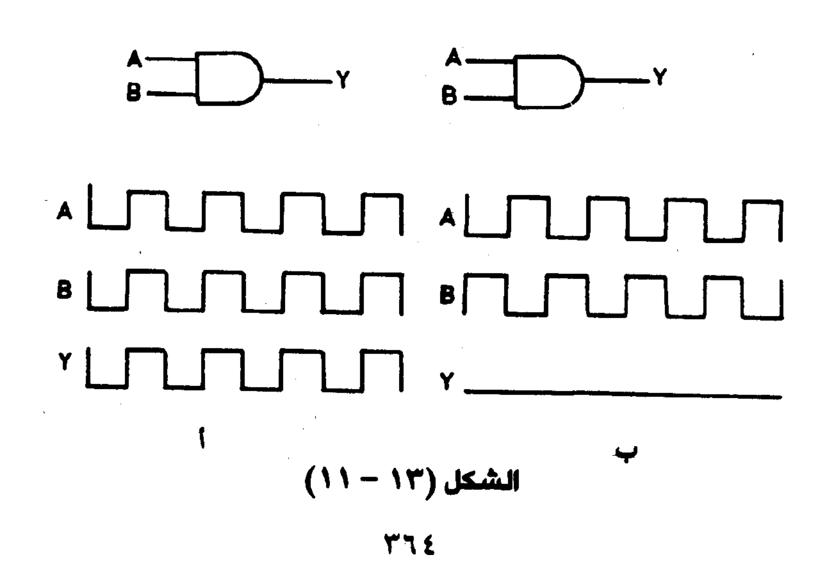
والشكل (١٣ - ١٠) يبين دائرة مركبة تحتوى على بوابة قائدة G_1 ، وبوابات منقادة $G_2 : G_n$.

وعادة يتم اكتشاف الدوائر المفتوحة Open circuits بواسطة أجهزة الاختبار التى تعمل على أساس الجهد مثل المجس المنطقى فى حين يتم اكتشاف الدوائر المقصورة Short cir- cuits بواسطة أجهزة الاختبار التى تعمل على أساس التيار مثل كاشف مسار التيار .



الشكل (١٣ – ١٠)

جـ – مشكلة توقيت timing trouble، وهى كثير ما تحدث فى العدادات والمسجلات.. إلخ ، وحتى يتسنى لنا استيعاب هذا النوع من الأعطال سنأخذ بوابة NAND بمدخلين A, B ولها مخرج Y فى حالتين مختلفتين كما بالشكل (١٣ – ١١) .



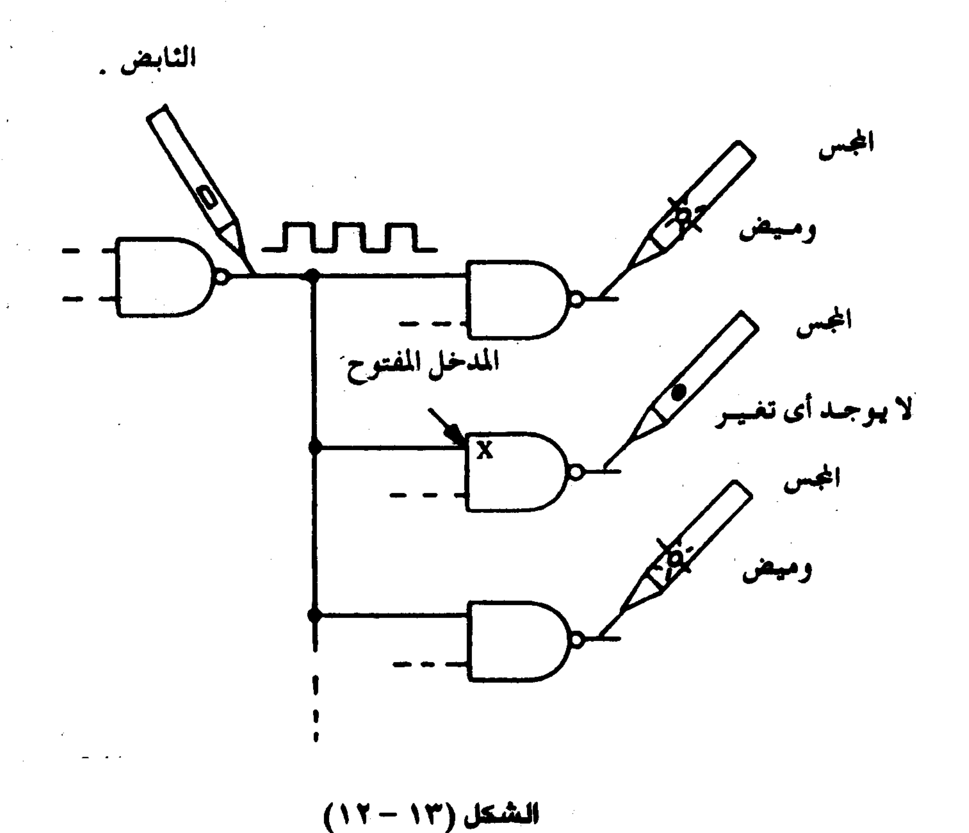
الشكل (١٣ – ١١)

ففى الشكل (أ) يوجد تزامن بين الإشارتين الداخلتين على المدخلين A, B ، فى حين أنه فى الشكل (ب) حدث إزاحة للإشارة B ؛ لعيب فى التوقيت فاختلف شكل الخرج Y وحتى يمكن اكتشاف مشاكل التوقيت نحتاج لجهاز تحليل منطقى Logic AnaLayzer .

وفى البداية يجب تحديد نوع الدوائر المتكاملة المستخدمة فى الدائرة المطلوب اكتشاف العطل بها هل CMOS أم TTL ؟ وعندئذ يجب استخدام مجس منطقى يتناسب مع الدائرة المعنية ، فهناك أنواع من المجسات المنطقية لاتستخدم إلا مع نوع واحد من الدوائر المتكاملة TTL أو CMOS فى حين توجد أنواع أخرى يمكن استخدامها مع كلا النوعين ، ولكنه يحتوى على مفتاح يتم ضبطه على نوع الدوائر المتكاملة TTL أو CMOS ففى حالة الدوائر المتكاملة TTL فإن الحالة المنخفضة تكون عند جهد أقل من أو يساوى : 0.8V والحالة العالية عند جهد أكبر من أو يساوى 2.2V أما فى حالة الدوائر المتكاملة CMOS فإن الحالة المنخفضة عند جهد أقل من أو يساوى : $0.3\ V_{DD}$ والحالة العالية عند جهد أكبر من أو يساوى $0.7V_{DD}$.

٥/١٣ / ١ – طرق اكتشاف الدوائر المفتوحة والدوائر المقصورة :

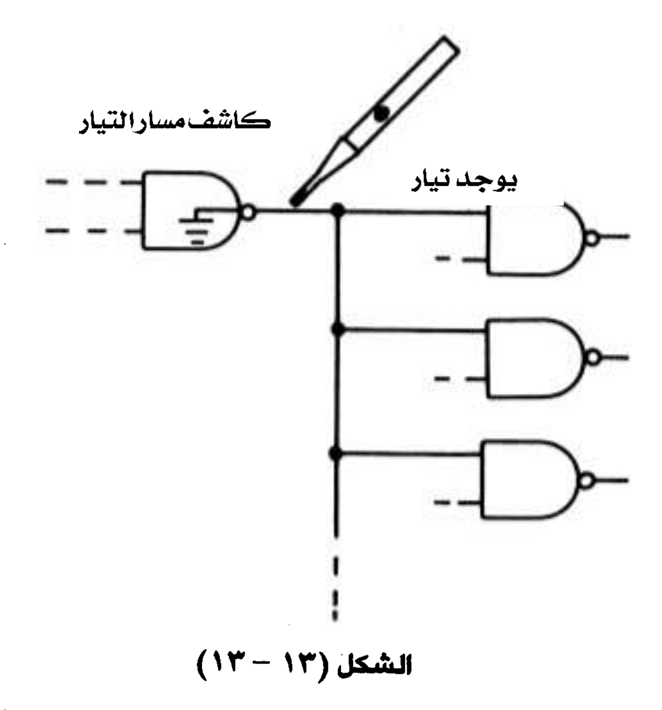
باستخدام المجس المنطقى والنابض المنطقى يمكن اكتشاف الدائرة المفتوحة فى الدوائر الرقمية ، والشكل (١٣ – ١٢) يبين طريقة اكتشاف البوابة التى لها مدخل مفتوح باستخدام النابض المنطقى Logic pulser والمجس المنطقى Logic probe فى دائرة مركبة .



الشكل (١٣ - ١٢)

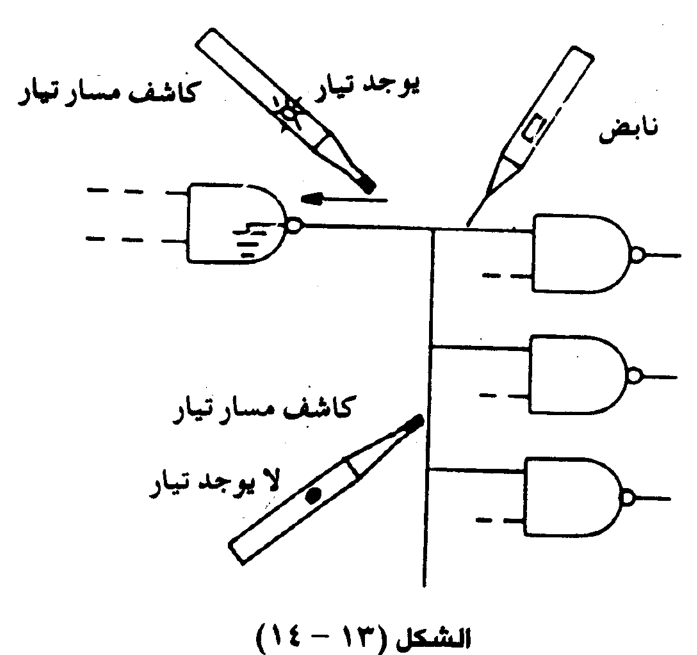
فعند حقن مداخل البوابات المنقادة بنبضات من حاقن نبضات ثم اختبار خرج هذه البوابات، فإن البوابة التى لا يحدث لخرجها تغير فى الحالة - عن ذى قبل - تكون بمدخل مفتوح .

والشكل (١٣ - ١٣) يبين طريقة التأكد من عدم مرور تيار فى الأفرع المختلفة لنقطة التفرع **Node** مما يدل على وجود قصر على خرج البوابة القائدة بالأرضى ، ويستخدم فى ذلك كاشف مسار التيار **Current tracer** .



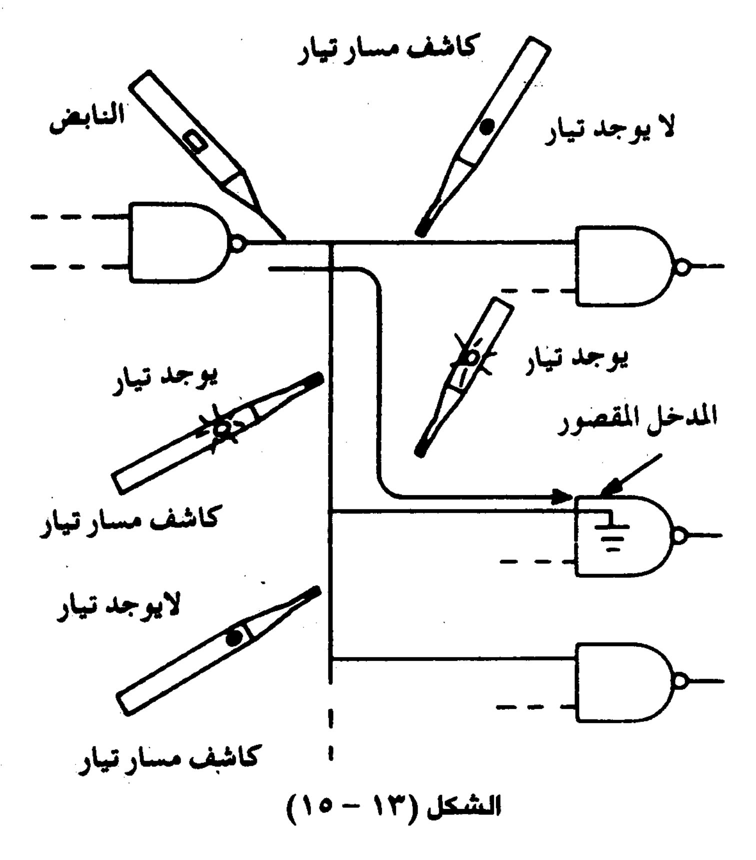
الشكل (١٣ - ١٣)

فى حين أن الشكل (١٣ - ١٤) يبين طريقة استخدام كاشف مسار التيار والنابض المنطقى فى تحديد مكان التسريب (القصر) إذا كان عند مخرج البوابة القائدة .



الشكل (١٣ - ١٤)

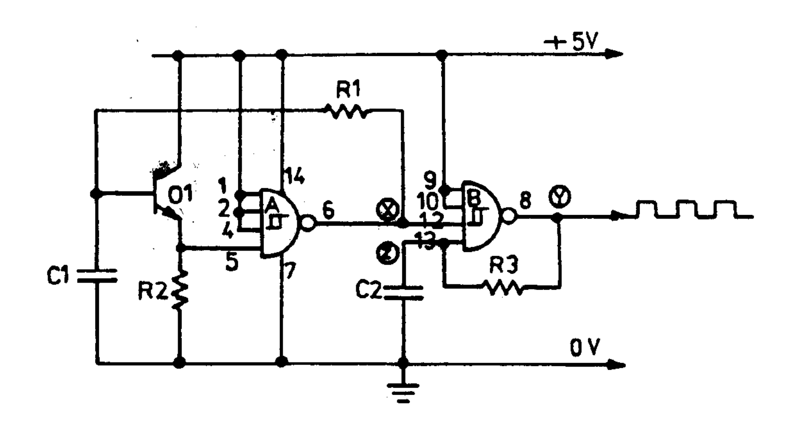
والشكل (١٣ - ١٥) يبين كيفية استخدام كاشف مسار التيار ، وكذلك النابض المنطقى فى تحديد مكان تسرب التيار (القصر) عند أحد مداخل البوابات المنقادة .



الشكل (١٣ – ١٥)

١٣ / ٦ – تطبيق عملى على اكتشاف الأعطال فى الدوائر الرقمية :

الشكل (١٣ – ١٦) يعرض دائرة مذبذب يتألف من بوابتين Schmitt NAND .



الشكل (١٣ – ١٦)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 3.3 .

R_2 مقاومة كربونية 390 Ω .

R_3 مقاومة كربونية 390 Ω .

C_1 مكثف بوليستير سعته 330 nf .

C_2 مكثف بوليستير سعته 100 nf .

Q_1 ترانزستور NPN طراز BC 108 .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على بوابتين Schmitt NAND طراز 7413 .

نظرية التشغيل :

عندما يكون خرج البوابة A مرتفعاً يشحن المكثف C_1 وصولا للجهد 1.7V عند الرجل 5 للبوابة A حينئذ يصبح خرج البوابة A منخفضاً ، فيفرغ المكثف C_1 شحنته فى المقاومة R_1 وصولاً للجهد 0.9V عند الرجل 5 للبوابة A فيصبح خرج البوابة A مرتفعاً ، وتتكرر دورة التشغيل مرة أخرى ، ويكون تردد خرج البوابة A مساوياً .

$$F = \frac{0.9}{R_1 C_1} = 800 \text{ HZ}$$

والجدير بالذكر أن معامل دورة الخدمة لهذا المذبذب يساوى : 0.55 ، ويوصل خرج البوابة A بالرجل 12 للبوابة B ، ويكون خرج البوابة B ذبذبات ترددها .

$$F = \frac{0.9}{R_3 C_2} = 23 \text{ k HZ}$$

عندما يكون خرج البوابة A عالياً ، فى حين يكون خرج البوابة B عالياً ، عندما يكون خرج البوابة A منخفضاً .

والجدول (١٣ - ١) يبين الظواهر التى تحدث عند أنواع مختلفة من الأعطال .

الجدول (١٣ – ١)

العطــل	الظاهـــرة
* فتح في المقاومة R_3	حالة المخرج Y هو معكوس حالة X بمعني ان المخرج Y يتذبذب بتردد 800 HZ .
* فتح في المكثف C_2	خرج المخرج Y موجه ترددها حوالي 800 HZ تحتوي بداخلها علي موجة ترددها 10 MHZ
* R_1 مفتوحة وقصر في C_1 أو فتح في دائرة قاعدة – باعث Q_1	.تردد المخرج Y حوالي 20 KHZ في حين ان حالة النقطة X مرتفعة .
* C_1 مفتوحة	تردد المخرج X , Y حوالي 10 MHZ .
* يوجد قصر بين قاعدة وباعث Q_1 أو قصر بين مجمع وباعث Q_1	حالة المخرج X منخفضة في حين ان حالة Y عالية .
* فتح في الخط الواصل بين مخرج البوابة A ومدخل البوابة B	تردد المخرج Y حوالي 20KHZ .

١٣/ ٧ – اكتشاف أعطال دوائر مصادر القدرة :

عند إصلاح دوائر مصادر القدرة يجب أولاً : تحديد مكان العطل والذى يمكن أن يكمن فى أحد العناصر التالية :

١ – الفيشة . ٢ – المصهرات . ٣ – المحول . ٤ – دائرة التوحيد .

٥ – المرشح (مكثفات – ملفات – مقاومات) .

٦ – المنظم (دائرة متكاملة – ترانزستور – ثنائى زينر – مقاومات ... إلخ)

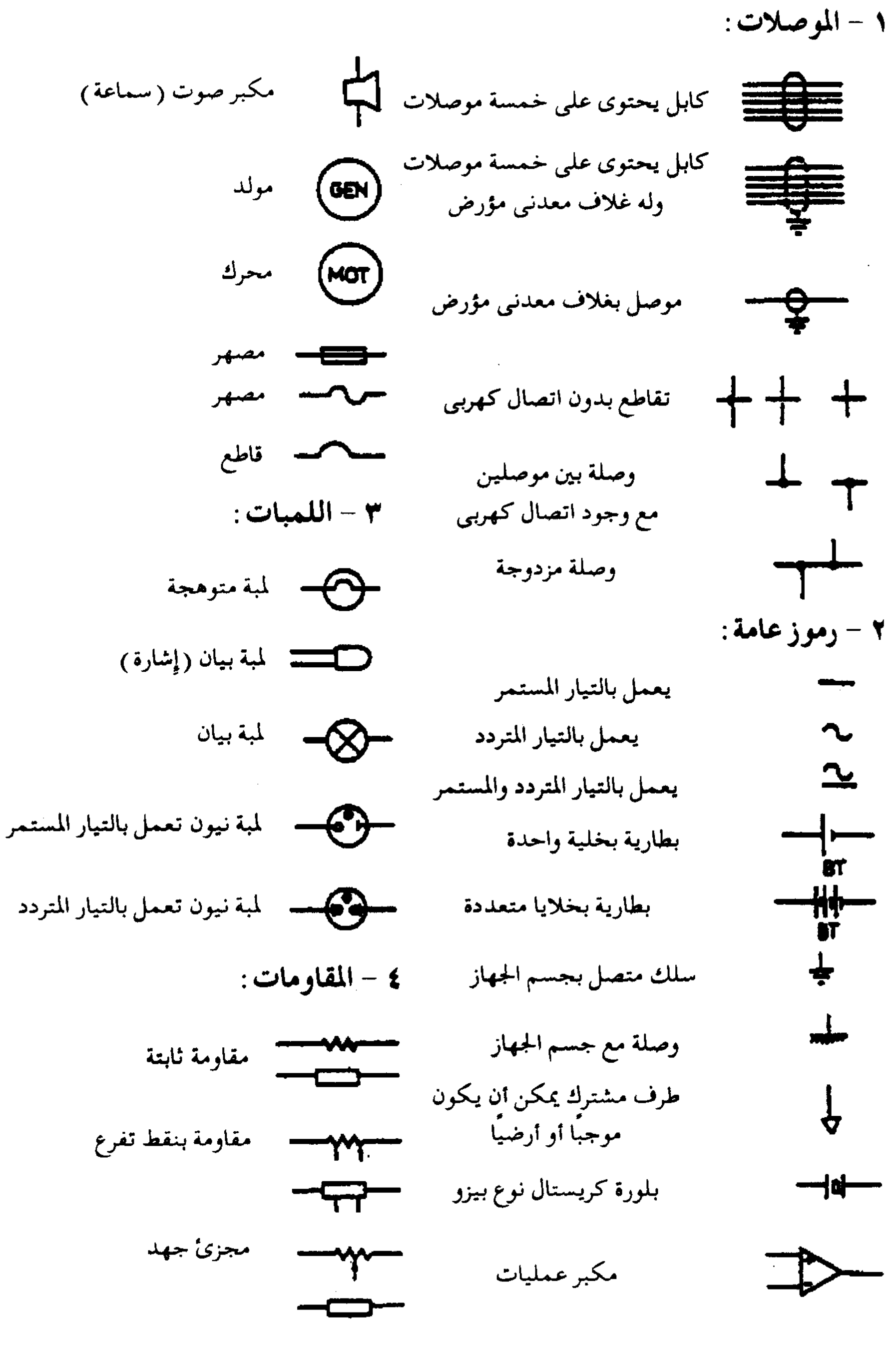
والجدول (١٣ – ٢) يبين بعض الظواهر التى تفيد فى تحديد مكان العطل .

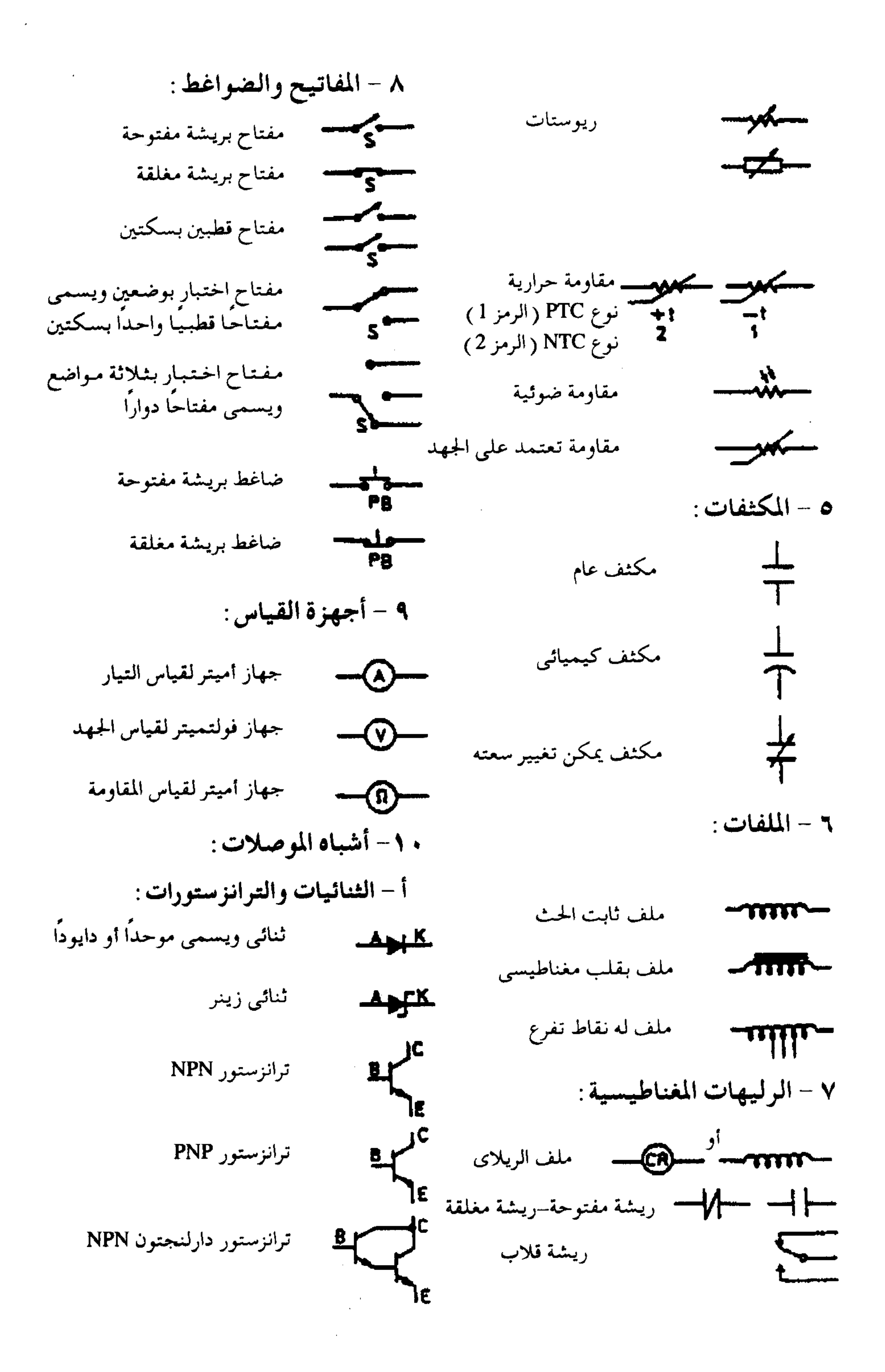
الجدول (١٣ - ٢)

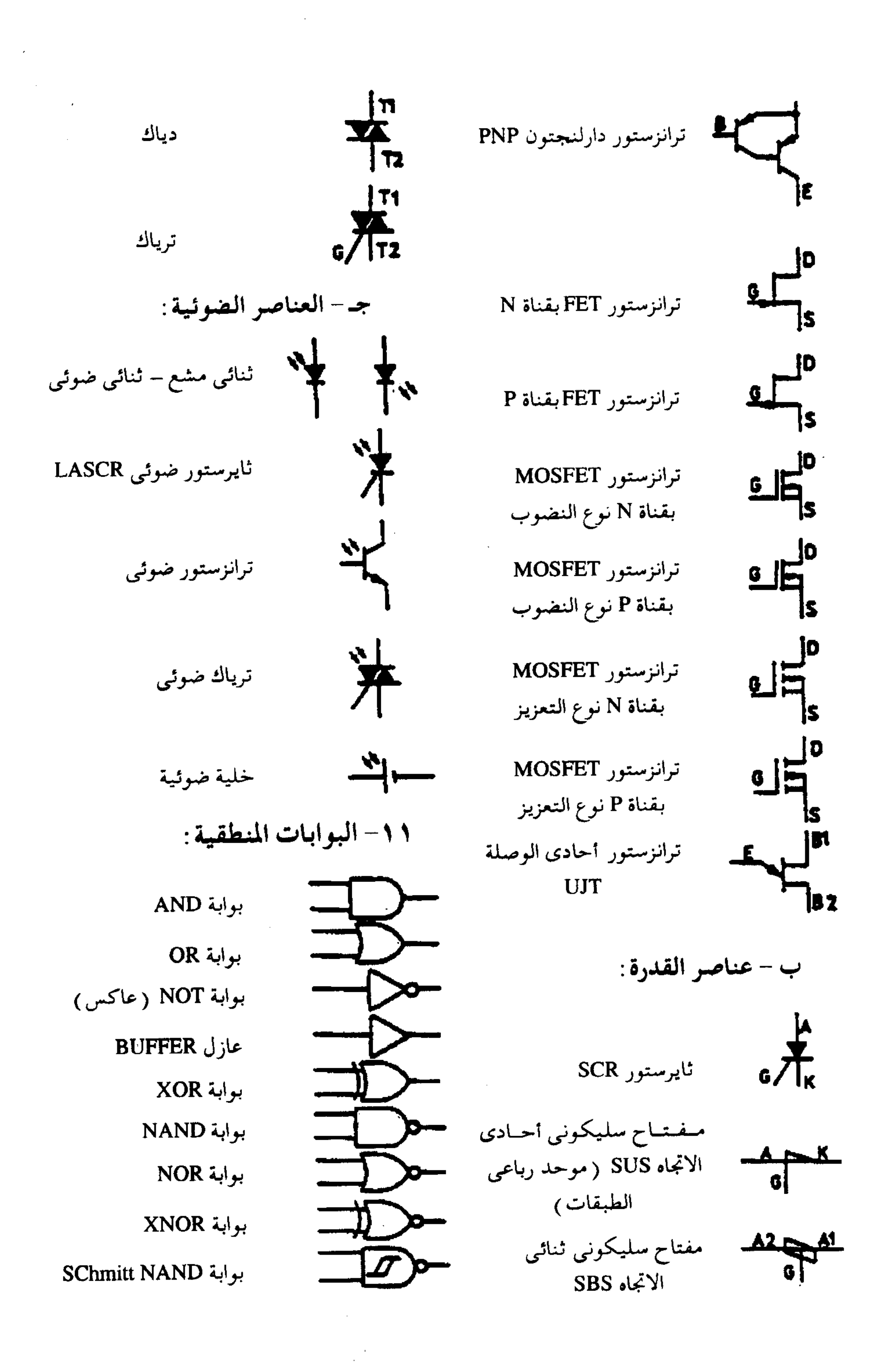
العطـــل	الظاهـــرة
* يوجد فتح في ملف المحول الابتدائي أو الثانوى .	خرج مصدر القدرة صفر، والجهد الثانوى للمحول صفر، ومقاومة ملف المحول الابتدائى أو الثانوى واللا نهاية .
* يوجد قصر فى ملف المحول الابتدائى أو الثانوى .	المصهر الرئيسى محترق - جهد الخرج منخفض مع ارتفاع درجة حرارة المحول لزيادة التيار المسحوب .
* يوجد قصر بين ملفات المحول وجسمه .	المصهر محترق - مقاومة صغيرة بين الملفات والأرضى .
* أحد ثنائيات القنطرة مفتوح	خرج قنطرة التوحيد نصف موجة مع انخفاض الجهد المستمر وتنظيم سيئ ، وزيادة جهد الذبابات .
* أحد ثنائيات القنطرة به قصر	المصهر الرئيسى محترق ، حيث يحدث قصر على أطراف الملف الثانوى فى أحد نصفى كل دورة من دورات التيار المتردد .
* المكثف مفتوح	جهد خرج مستمر منخفض وقيمة عالية للذبذبات فى الخرج .
* المكثف مقصور	المصهر محترق ومقاومة أطراف الدائرة غير المنتظمة منخفضة جداً فى كل الاتجاهين .
* منظم الجهد به مشكل	جهد الخرج عال كما لو كان غير منظم.

الملحق رقم (١)

الرموز الالكترونية المستخدمة تبعًا للنظام الأمريكى (ANSI)




ريوستات
مقاومة حرارية
نوع PTC (الرمز 1)
نوع NTC (الرمز 2)
+t
2
-t
1
مقاومة ضوئية
مقاومة تعتمد على الجهد
٥ - المكثفات :
مكثف عام
مكثف كيميائى
مكثف يمكن تغيير سعته
٦ - الملفات :
ملف ثابت الحث
ملف بقلب مغناطيسى
ملف له نقاط تفرع
٧ - الرليهات المغناطيسية :
ملف الريلاى
أو
CR
ريشة مفتوحة–ريشة مغلقة
ريشة قلاب
٨ - المفاتيح والضواغط :
مفتاح بريشة مفتوحة
S
مفتاح بريشة مغلقة
S
مفتاح قطبين بسكتين
S
مفتاح اختبار بوضعين ويسمى
مفتاحًا قطبيًا واحدًا بسكتين
S
مفتاح اختبار بثلاثة مواضع
ويسمى مفتاحًا دوارًا
S
ضاغط بريشة مفتوحة
PB
ضاغط بريشة مغلقة
PB
٩ - أجهزة القياس :
جهاز أميتر لقياس التيار
A
جهاز فولتميتر لقياس الجهد
V
جهاز أميتر لقياس المقاومة
Ω
١٠ - أشباه الموصلات :
أ - الثنائيات والترانزستورات :
ثنائى ويسمى موحدًا أو دايودًا
A
K
ثنائى زينر
A
K
ترانزستور NPN
B
C
E
ترانزستور PNP
B
C
E
ترانزستور دارلنجتون NPN
B
C
E


ترانزستور دارلنجتون PNP
ترانزستور FET بقناة N
ترانزستور FET بقناة P
ترانزستور MOSFET
بقناة N نوع النضوب
ترانزستور MOSFET
بقناة P نوع النضوب
ترانزستور MOSFET
بقناة N نوع التعزيز
ترانزستور MOSFET
بقناة P نوع التعزيز
ترانزستور أحادى الوصلة
UJT
ب - عناصر القدرة:
ثايرستور SCR
مفتاح سليكونى أحادى
الاتجاه SUS (موحد رباعى
الطبقات)
مفتاح سليكونى ثنائى
الاتجاه SBS
دياك
ترياك
جـ - العناصر الضوئية:
ثنائى مشع - ثنائى ضوئى
ثايرستور ضوئى LASCR
ترانزستور ضوئى
ترياك ضوئى
خلية ضوئية
١١- البوابات المنطقية:
بوابة AND
بوابة OR
بوابة NOT (عاكس)
عازل BUFFER
بوابة XOR
بوابة NAND
بوابة NOR
بوابة XNOR
بوابة SChmitt NAND

المحتويات

الموضوع **الصفحة**

الباب الأول

أساسيات الالكترونيات الرقمية

الموضوع	الصفحة

الموضوع **الصفحة**

الموضوع | الصفحة

الباب الثانى

العناصر الالكترونية المستخدمة فى الدوائر الرقمية

الباب الثالث

مصادر القدرة المستمرة

الموضوع	الصفحة

الباب الرابع

المذبذبات اللامستقرة والأحادية الاستقرار

الباب الخامس

الرليهات الاستاتيكية Static Relay

الموضوع | الصفحة

الموضوع	الصفحة

الباب الحادى عشر

دوائـــر متنوعـــة

الباب الثانى عشر

المحركات الخطوية Stepper Motors

الباب الثالث عشر

فحص وإصلاح أعطال الدوائر الرقمية

الموضوع **الصفحة**

OOO